

Sergio Guaita

**Teoria e Pratica
dell'andar per mare**

MANUALE DI NAVIGAZIONE

il Frangente

Indice

Prefazione

CAPITOLO 1 Navigazione piana

13

- 17 Circonferenza e sua suddivisione
- 18 Il miglio marino
- 19 La velocità in mare
- 20 Operazioni di calcolo: spazio, tempo, velocità
- 22 Alcuni esempi chiarificatori
- 23 Le coordinate geografiche
- 24 Latitudine e longitudine
- 25 Latitudine - lat. - ϕ
- 26 Longitudine - long. - λ
- 26 Differenza di latitudine e di longitudine
- 26 Fuso orario
- 28 Gli spostamenti in mare
- 29 La rosa dei venti
- 29 Rotta vera - Prora vera
- 31 Ricordarsi: il vento viene, la corrente va
- 31 Ortodromia - Lissodromia
- 31 Le carte nautiche
- 37 Gli strumenti della navigazione piana
- 42 Prime operazioni di carteggio
- 45 Magnetismo e navigazione stimata
- 57 Navigazione costiera, i luoghi di posizione
- 69 La navigazione in presenza di vento e corrente
- 74 I problemi delle correnti
- 79 Rotta di intercettazione

CAPITOLO 2 Cartografia e pubblicazioni nautiche

83

- 83 Istituto Idrografico della Marina
- 88 Altri istituti
- 89 Aggiornamento dei documenti nautici
- 90 Raccolta e diffusione delle informazioni

- 93 Regolamento internazionale
- 109 I segnalamenti marittimi
- 110 Segnali diurni e notturni
- 112 Segnali da nebbia
- 113 Segnali radio
- 114 Caratteristiche di fari e fanali
- 116 Principali tipi di luce
- 116 *Elenco dei Fari e Segnali da Nebbia*
- 119 Il sistema di segnalamento marittimo IALA
- 123 Segnali sonori (Regole 33 e 34)
- 125 Segnali sonori in condizione di visibilità ridotta (Regola 35)
- 126 Le precedenze

- 131 Dotazioni minime di sicurezza
- 143 Recupero dell'uomo a mare
- 147 Abbandono dell'imbarcazione
- 149 Assistenza e salvataggio
- 151 Soccorso medico: malattie e infortuni a bordo
- 152 Ipotermia
- 153 Classificazione della ipotermia
- 153 Incagli e falle
- 155 Incendio a bordo
- 158 Il nostro amico tender
- 161 Rimorchiare o essere rimorchiati

- 165 L'unità da diporto
- 170 Le manovre a motore
- 177 Le manovre in porto
- 186 I nodi
- 195 Entrata e uscita dai porti
- 196 Le manovre a motore alla banchina
- 205 Manovra di ancoraggio

- 218 La pressione
- 223 La temperatura

- 227 Umidità
- 229 I sistemi barici
- 231 Il vento
- 236 Circolazione generale dell'atmosfera
- 238 Stabilità e instabilità dell'aria
- 241 Le nubi
- 244 Classificazione e breve descrizione delle nubi
- 246 La teoria dei fronti
- 248 Fenomeni connessi al passaggio di una perturbazione
- 249 I fronti visti in sezione
- 251 I fronti occlusi
- 252 I simboli più importanti delle carte meteo
- 254 Meteorologia del Mediterraneo
- 255 I principali venti del Mediterraneo
- 260 Previsioni del tempo - I bollettini meteo
- 261 Esempio di una previsione meteo
- 266 Scala Beaufort della forza del vento
- 267 Scala Douglas dello stato del mare vivo

CAPITOLO 7 | Navigazione astronomica**269**

- 269 Strumenti e calcoli
- 281 La latitudine al passaggio del Sole al meridiano
- 283 La longitudine al passaggio del Sole al meridiano
- 288 La retta d'altezza
- 290 Esempio pratico per la determinazione di una retta d'altezza di Sole

CAPITOLO 8 | Comunicazioni in mare**297**

- 297 GMDSS
- 298 DSC
- 298 MMSI
- 299 Definizioni delle chiamate di soccorso, urgenza, sicurezza e ordinaria
- 300 Le aree di funzionamento GMDSS e relative apparecchiature
- 303 Come inviare una chiamata di soccorso (Distress Call) in DSC
- 308 Il sistema INMARSAT (INternational MARitime SATellite organization)
- 308 NAVTEX
- 310 Frasi utili
- 312 I canali VHF

- 315 Radiogoniometro
- 316 Il sistema Loran C
- 316 Decca
- 317 GPS (Global Positioning System)
- 319 RADAR (Radio Detection and Ranging)
- 321 Rapportatore Diagramma (RD)
- 322 CPA (Closest Point of Approach)
- 323 ARPA (Automatic Radar Plotting Aid)
- 323 MARPA (Mini Automatic Radar Plotting)
- 324 AIS (Automatic Identification System)

- 328 Ciclo del motore a quattro tempi
- 332 Le regole fondamentali per avere nel motore diesel un amico affidabile
- 334 I principali lavori di manutenzione

- 337 Appendice

- 341 Bibliografia

1

NAVIGAZIONE PIANA

Andar per mare richiede una certa pratica, e il problema di orientare la nave, lungo un percorso stabilito, è sempre stato uno dei più difficili che l'uomo abbia mai dovuto affrontare. Ma è stata anche una grande sfida che nel corso dei secoli ha stimolato l'intelligenza, lo spirito di osservazione, la capacità creativa e l'ingegno.

Questo problema è rimasto tale per secoli, con le sue incognite e le sue difficoltà, malgrado l'enorme sviluppo delle conoscenze umane e della scienza in generale.

Le prime navigazioni furono prevalentemente costiere poiché i mari-
nai potevano contare solo sull'osservazione del litorale per stimare la
propria posizione e le distanze percorse. I più dotati e intraprendenti
annotavano queste osservazioni su quaderni, dando origine all'embrio-
ne di quello che diventeranno poi la carta nautica e i portolani.

Col passare del tempo i navigatori impararono a posizionarsi osser-
vando le stelle e il Sole e, soprattutto, riuscirono a determinare un punto
di riferimento (di notte la stella polare), dal quale tracciare percorsi con
angoli diversi a seconda della destinazione da raggiungere.

Di giorno questo punto era dato dal culminare del Sole nel suo per-
corso da est a ovest.

Poi si inventarono i primi sistemi per misurare il tempo; prima la cles-
sidra ad acqua e poi quella a polvere, con la quale si riusciva a calcola-
re, anche se in modo approssimativo, la velocità della nave.

La bussola fece la sua apparizione intorno al 1300 e consentì ai più
ardimentosi di cimentarsi in navigazioni sempre più lunghe e impegnative,
pur rimanendo costante e drammaticamente difficile conoscere la
propria posizione in mare aperto.

La capacità di determinare i valori del magnetismo terrestre (peraltro
già conosciuto, ma non capito, nell'antichità), e quindi di correggere le
indicazioni di rotta date dalla bussola, portano un altro elemento di si-
curezza e di precisione a sostegno dei nostri poveri comandanti.

Ma è solo con l'invenzione della carta nautica moderna, ideata attor-
no al 1500 dal cartografo tedesco Mercatore, e del cronometro (verso la
fine del 1700) che la navigazione può finalmente essere condotta con
una certa sicurezza e precisione.

Cosa significa navigare

Navigare significa spostarsi, attraverso le vie non tracciate (cielo e mare), attraverso luoghi, cioè, dove non esistono percorsi naturali o artificiali sui quali far transitare il nostro mezzo di trasporto.

La navigazione marittima, della quale ci occuperemo, è la scienza che fornisce ai marinai le conoscenze tecniche e la capacità pratica di condurre una nave lungo un percorso sicuro, da un punto all'altro del «Grande Mare» che circonda la Terra.

Questo scopo si ottiene risolvendo tre problemi fondamentali:

1. Scelta e individuazione del percorso

Si effettua prima della partenza, nella fase di preparazione alla navigazione, mediante l'utilizzo di carte nautiche e altri strumenti che vedremo. Il problema si risolve geometricamente mediante l'utilizzo di linee che uniscano due o più punti sulla superficie terrestre.

2. Guida dell'imbarcazione sul percorso prescelto

Questo problema lo si risolve in maniera strumentale mediante la misurazione di tre elementi fondamentali: direzione (bussola), tempo di percorrenza (orologio), velocità (log).

3. Conoscenza della propria posizione

La nave durante la navigazione è soggetta, oltre che all'azione degli organi di propulsione e di governo (vela, motore, timone), anche a quella dei venti, delle correnti e del moto ondoso che rendono difficile guidarla con esattezza lungo il percorso prescelto. Da qui la necessità di dover determinare, in qualsiasi momento, la propria posizione (Punto Nave).

Per conoscere il Punto Nave vi sono diversi sistemi:

Navigazione stimata

Quando il Punto Nave è determinato dalla direzione seguita (bussola) e dallo spazio percorso dall'ultima posizione nota (velocità, tempo).

Navigazione costiera

Quando il Punto Nave è determinato in riferimento a punti noti (punti cospicui), visibili sulla costa e riportati sulle carte nautiche.

Navigazione elettronica e radionavigazione

Quando il Punto Nave è determinato mediante radiogoniometro, Loran o GPS, il più recente e preciso sistema satellitare.

Navigazione astronomica

Quando il Punto Nave è determinato con il sestante in relazione alla posizione degli astri.

L'insieme di navigazione stimata e navigazione costiera costituisce la Navigazione Piana che è la base per comprendere i problemi legati alla navigazione e per poter condurre un'imbarcazione con sufficienze sicurezza.

Nella navigazione piana si considera la Terra come una superficie piatta, e si risolve ogni problema applicando regole di geometria elementare (piana, appunto e non sferica).

Da qui la necessità di rappresentare vaste zone della Terra in un piano, su apposite carte nautiche.

Navigazione da diporto

È quella effettuata sulle acque marittime e interne a scopo sportivo e ricreativo, senza fine di lucro.

Forma e dimensioni della Terra

Per poter dare alla Terra una forma che più si avvicinasse a quella reale, si è convenuto di considerare la Terra racchiusa da un'ipotetica superficie costituita dal livello medio del mare prolungato attraverso i continenti. La sfera così racchiusa si chiama Geoide e corrisponde a un ellissoide di rotazione, cioè a una sfera un po' schiacciata ai poli, con un asse maggiore e un asse minore che differiscono di appena 3km ca. su un diametro di circa 13.000km.

Ai fini pratici la Terra viene considerata come una sfera e tutta la teoria della navigazione è basata su questo assunto.

Asse terrestre o polare

È l'asse immaginario intorno al quale la Terra compie, in 24 ore, una rotazione completa su se stessa. Per un osservatore che si trovi nell'emisfero nord la Terra ruota in senso antiorario. Un osservatore posto nell'emisfero sud la vedrà ruotare invece in senso orario (Figura 1.1).

Poli terrestri

Sono i due punti attraverso i quali passa l'asse

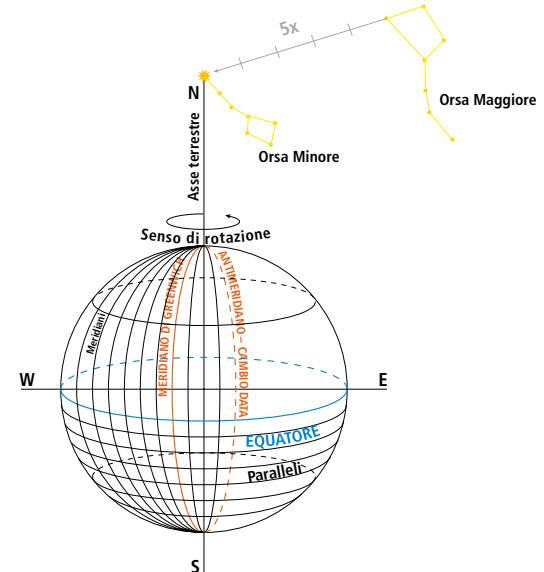


Figura 1.1 · Meridiani e paralleli

terrestre e quindi: polo nord, rivolto alla stella polare, che si individua come prima stella del timone del Piccolo Carro (Orsa Minore), posta sul prolungamento (di 5 volte) della linea che unisce le due ruote posteriori del Grande Carro (Orsa Maggiore); polo sud, opposto al polo nord.

Per effetto della rotazione terrestre, la stella polare, che si trova sul prolungamento dell'asse terrestre, risulta essere un punto fisso in cielo, mentre vedremo tutte le altre stelle e costellazioni (Orsa Maggiore compresa) ruotare attorno a essa.

Una curiosità: per effetto della precessione, dovuta all'attrazione combinata della Luna e del Sole sulla Terra, l'asse terrestre modifica la sua inclinazione e compie una rotazione completa, tornando all'inclinazione originaria, in circa 26.000 anni. A causa di questo movimento, anche i poli celesti cambiano nel tempo. Attualmente la stella verso cui si orienta l'asse terrestre è quella che noi chiamiamo stella polare, che si discosta dal polo nord celeste di circa 001°.

Tra qualche migliaio di anni la stella polare non sarà la stessa che vediamo ora ma, a quel punto, non saremo gli stessi neanche noi. (*Figura 1.1*).

Equatore

È la circonferenza massima ottenuta dall'intersezione della superficie terrestre con un piano perpendicolare all'asse polare che passa per il centro della Terra e indica i poli est (E) e ovest (W) (*Figura 1.1*).

Meridiani

Sono le circonferenze passanti per i poli. Sono tutti circoli massimi come l'equatore. Si considerano le semicirconferenze e, ai fini del riferimento, pur essendo praticamente infiniti, se ne considerano 360 (uno per ogni grado di angolo giro), 180 verso est e 180 verso ovest, partendo da un meridiano di riferimento che, per convenzione internazionale, è situato in corrispondenza del villaggio di Greenwich in Inghilterra e a cui si dà il valore zero (Zulu). Il meridiano di Greenwich divide la Terra in due emisferi: orientale e occidentale. Orientale è quello situato sulla destra di un osservatore che da Greenwich guardi verso il polo nord, occidentale l'altro.

Il meridiano è diviso in due parti dai poli: meridiano (la parte in cui si trova l'osservatore) e antimeridiano l'altra. Il meridiano di Greenwich determina l'ora di riferimento, mentre il suo antimeridiano determina il cambio di data (*Figura 1.1*).

Parallelî

Sono tutte le circonferenze minori parallele all'equatore; sono 90 verso nord e 90 verso sud (come il numero dei gradi di un angolo retto). In

realità, come i meridiani, possono essere divisi in 60 primi e ogni primo in 60 secondi o decimi di primo (*Figura 1.1*).

La circonferenza è una figura geometrica piana e può essere suddivisa in vari modi; quelli che a noi interessano sono la suddivisione in arco e in ora.

La Terra impiega 24 ore per eseguire un'intera rotazione attorno al proprio asse, compiendo un angolo giro di 360° corrispondente alla circonferenza massima che abbiamo chiamato equatore. (La proiezione dell'equatore sulla volta celeste rappresenta l'equatore celeste).

Il quadrante dell'orologio, diviso in 24 ore (2x12), rappresenta l'equatore celeste e la lancetta, che ruota a velocità costante, uguale alla velocità angolare di rotazione della Terra, indica la traccia di un astro su cui ci si regola e si chiama angolo orario.

L'astro a cui noi ci riferiamo per la misura del tempo è il Sole e quindi, se noi ci troviamo su un determinato meridiano, impiegheremo 24 ore (medie) a tornare nella stessa posizione, dopo aver percorso 360° di rotazione.

Durante queste 24 ore, l'angolo orario del meridiano su cui ci troviamo, cambierà a ogni secondo rispetto all'astro di riferimento e verrà riportato dal nostro orologio.

Quindi il Sole, nel suo moto apparente intorno alla Terra, da est a ovest, compie una rivoluzione di 360° di longitudine ogni 24h medie: la sua velocità è perciò di 015° per ogni ora di tempo medio ($360^\circ : 24 = 015^\circ$).

Avremo in pratica due misure espresse nello stesso modo (ora angolo e ora tempo) ma che indicano due grandezze di natura diversa; infatti, come vedremo più avanti, e questa è la cosa più interessante, l'ora angolo può essere convertita in una unità di lunghezza (miglio marino).

Circonferenza e sua suddivisione

Suddivisione in arco

La circonferenza viene divisa in 360 parti, ognuna delle quali si dice grado (0°), ogni grado è diviso in 60 primi ($00'$) e ogni primo in 60 secondi ($00''$).

Suddivisione in ora

In questo caso la circonferenza è divisa in 24 parti, ognuna con ampiezza di 015° (vedi *Fuso orario* p. 26); ogni parte, denominata ora (h), rappresenta la ventiquattresima parte della circonferenza. A sua volta quest'ultima si divide in 60 parti, ognuna delle quali si dice minuto (m). Il minuto a sua volta si divide in 60 parti dette secondi (s).

Indicazione del tempo

Per indicare una determinata quantità di tempo si indica il numero delle ore, dei minuti e dei secondi, riportando a destra i corrispondenti simboli (es: 8^h 17^m 24^s).

Per indicare invece l'ora in cui ci si trova, o nella quale è avvenuta una certa azione si indica una serie di quattro numeri - due per le ore e due per i minuti (es: 07:25 o semplicemente 0725).

Ricordando quanto detto a proposito di ora angolo e ora tempo avremo:

Ora angolo (gradi, primi e secondi)	Ora tempo (ore, minuti e secondi)
360°	24 ^h
015°	1 ^h
001°	4 ^m
15'	1 ^m
1'	4 ^s
15"	1 ^s

Il miglio marino | Per capire come si arriva al miglio marino introduciamo innanzitutto il concetto di radiante.

Tracciamo una circonferenza e su di essa misuriamo un arco AB uguale al raggio R; l'angolo al centro α , che sottende a quest'arco, si chiama radiante.

In una circonferenza ci sono 6,28 radianti e quindi 6,28 archi AB e cioè 6,28 raggi R.

Conoscendo la lunghezza del raggio e moltiplicandola per 6,28 si otterrà la lunghezza della circonferenza.

Il raggio della Terra è di 6.371.000 metri:

$$6.371.000 \times 6,28 = 40.009.880 \text{m}$$

Questa misura non è altro che la lunghezza della circonferenza.

Ogni circonferenza è composta di 360° e ogni grado di 60', quindi il numero dei primi in una circonferenza sarà:

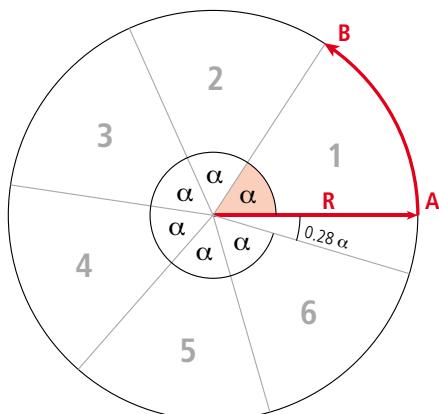


Figura 1.2 - Miglio marino

$360^\circ \times 60' = 21.600'$ in una circonferenza

Dividendo la lunghezza della circonferenza per il numero dei primi in essa contenuti, otteniamo la misura di un primo di grado espressa in metri:

$40.009.880\text{m} : 21.600' = 1852,30\text{m}$

Il miglio marino è la lunghezza di 1 primo di grado di circolo massimo ed è pari per convenzione a 1852 metri.

L'importanza di questo semplice teorema geometrico è che ci permette di trasformare una misura angolare (gradi, primi e secondi) in una misura lineare (miglia, metri) (Figura 1.2).

La velocità in mare si esprime in nodi.

| **La velocità in mare**

1 nodo corrisponde a 1 miglio/ora.

Essendo già espressa nel termine nodo l'unità di tempo, cioè l'ora, per indicare una qualsiasi velocità basta indicare il numero delle miglia che si percorrono in un'ora, seguite dalla parola nodo.

12 nodi = 12 miglia/ora (dire 12 nodi all'ora non è corretto)

Nodi - km/h - m/s

Per rapportare a chilometri una misura espressa in miglia e viceversa, o rapportare a metri al secondo una velocità espressa in nodi o viceversa, di solito si ricorre ad apposite tabelle già calcolate e pubblicate nelle tavole nautiche che riportano esattamente i valori cercati.

In mancanza delle tabelle è però possibile determinare i valori con sufficiente approssimazione, mediante dei calcoli molto semplici.

Per passare:

- dalle miglia ai chilometri si moltiplica per 2 e si toglie il 10%.
- dai chilometri alle miglia si divide per 2 e si aggiunge il 10%.

A volte la velocità del vento si misura in metri al secondo anziché in nodi (chi pratica windsurf o deriva lo sa bene); ecco come fare per avere il coefficiente di conversione:

1 nodo = 1 miglio/ora
e cioè:
 $1852 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 0,51 \text{ m/s}$

Per convertire approssimativamente i nodi in metri al secondo, basta moltiplicare per 0,51 e cioè, per buona approssimazione, dividere per 2.

Solcometro a barchetta

Il problema della velocità dell'imbarcazione, in assenza di strumenti adeguati (cronometro, log), veniva risolto calcolando lo spazio percorso dalla nave da un punto fisso della superficie del mare in una breve unità di tempo e rapportandolo poi all'ora.

Nel solcometro a barchetta il punto fisso era ottenuto lanciando in mare, a poppa, una tavoletta di legno, zavorrata da un inserto in piombo.

Questa tavoletta era collegata, mediante dei cordini, a una lunga sagola raccolta a bordo su di un rullo, sulla quale erano stati fatti dei nodi a distanze regolari, in genere ogni 15,4m (la 120^{ma} parte del miglio di 1852m).

Si lasciava filare la tavoletta fino a raggiungere acque tranquille, si girava la clessidra a sabbia, tarata a 30" (la 120^{ma} parte di 1^h), filando contemporaneamente la sagola e contando i nodi che scorrevano fra le dita fino al cadere dell'ultimo granello.

Il numero dei nodi che scorreva tra le dita indicava le miglia percorse in un'ora.

Da qui la parola nodo per indicare la velocità in miglia orarie.

In pratica si teneva conto anche di un «fattore correttivo», determinato in base all'esperienza, che tenesse conto del trascinamento che la tavoletta subiva da parte della nave (ca. 1/19 di 15,4m).

Questo sistema, pur con tutti i suoi limiti, è stato usato fino a quasi tutto l'Ottocento.

Operazioni di calcolo: spazio, tempo, velocità

Nella fase di progettazione di un viaggio e durante tutta la navigazione si presenta la necessità di eseguire operazioni di calcolo tra spazio, tempo e velocità; queste operazioni sono fondamentali e costituiscono il pane quotidiano per chi naviga.

Ecco le formulette che legano tra di loro queste tre grandezze:

$$\text{Tempo} = \text{Spazio} : \text{Velocità} \quad T = \frac{S}{V}$$

$$\text{Spazio} = \text{Velocità} \times \text{Tempo} \quad S = V \times T$$

$$\text{Velocità} = \text{Spazio} : \text{Tempo} \quad V = \frac{S}{T}$$

In mare le unità di misura con le quali si esprimono queste grandezze sono:

- **L'ora per il tempo.**
- **Il miglio per lo spazio.**
- **Il nodo per la velocità.**

Queste unità di misura però non seguono lo stesso sistema di suddivisione, infatti:

- **L'ora segue il sistema sessagesimale.**
- **Il miglio e il nodo seguono il sistema decimale.**

Esempi:

Un tempo di 4^h e 23^m

(significa 4 ore e 23 sessantesimi di ora)

Una distanza di 9,7 miglia

(significa 9 miglia e 7 decimi di miglio)

Una velocità di 7,5 nodi

(significa 7 nodi e 5 decimi di nodo)

Di conseguenza, ogni qualvolta dobbiamo impostare operazioni di calcolo dove entra in gioco il tempo, la cui divisione non segue il sistema decimale, bensì quello sessagesimale, dovremo fare molta attenzione a non confondere i minuti con i decimi e centesimi di ora e, viceversa, i decimi e i centesimi di ora con i minuti.

Ricordiamo che le ore e i gradi sono divisi in 60 parti (scala sessagesimale), mentre le miglia e i nodi sono divisi in decimi (scala decimale).

Dato che non è possibile effettuare operazioni con grandezze diverse, per operare correttamente e non cadere in banali errori, bisogna trasformare la scala sessagesimale in decimale o viceversa.

Nella figura (*Figura 1.3*) è evidente la relazione esistente tra le due scale e cioè:

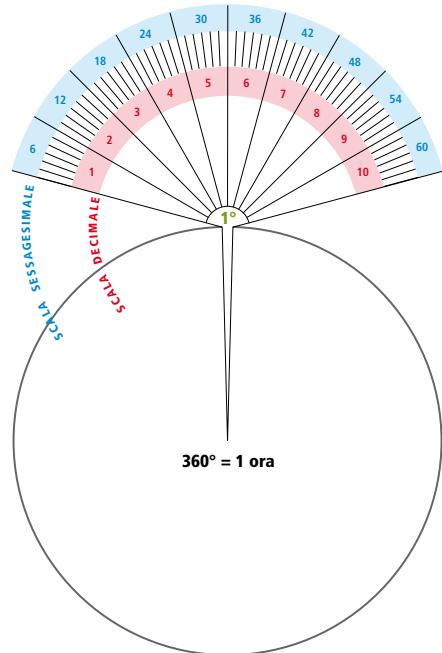


Figura 1.3 - Decimali-sessagesimali

1 decimo di ora	= 6 minuti
1 decimo di grado	= 6 primi
1 decimo di minuto	= 6 secondi
1 decimo di primo	= 6 secondi (di arco)

Alcuni esempi chiarificatori

Esempio 1

Un tempo di $4^h 24^m$ non corrisponde a $4,24^h$, bensì a 4^h e 4 decimi di ora, ossia $4,4^h$.

Esempio 2

Un tempo di $4,24^h$ non corrisponde a $4^h 24^m$, bensì a $4^h 14^m 24^s$, infatti: $4,24^h$ sono 4^h e 24 centesimi di ora

Si trasformano i centesimi di ora in minuti togliendo le 4 ore e moltiplicando per 60:

$$4,24^h - 4^h = 0,24^h \times 60 = 14,4^m \text{ cioè 14 minuti e 4 decimi di minuto.}$$

Si trasformano i decimi di minuto in secondi togliendo i 14 minuti e moltiplicando per 60:

$$14,4^m - 14^m = 0,4^m \times 60 = 24^s \text{ cioè 24 secondi.}$$

Quindi:

$$4,24^h = 4^h 14^m 24^s$$

Esempio 3

Calcolare il tempo che si impiega a percorrere 35 miglia alla velocità di 7,3 nodi.

$$T = \frac{S}{V} = \frac{35}{7,3} = 4,79^h \text{ (4 ore e 79 centesimi di ora)}$$

$$4,79^h - 4^h = 0,79^h \times 60 = 47,4^m \text{ (che possiamo arrotondare a } 47^m)$$

Quindi:

$$4,79^h = 4^h 47^m$$

Esempio 4

Calcolare il tempo che s'impiega a percorrere 27,3 miglia alla velocità di 11 nodi.

$$T = \frac{S}{V} = \frac{27,3}{11} = 2,48^h \text{ (2 ore e 48 centesimi di ora)}$$

$$2,48^h - 2^h = 0,48^h \times 60 = 28,8^m \text{ (che si possono arrotondare a } 29^m).$$

Quindi:

$$2,48^h = 2^h 29^m$$

Esempio 5

Calcolare la velocità che deve avere un'imbarcazione per percorrere 48,5 miglia in 9 ore e 18 minuti.

$$V = \frac{S}{T} = \frac{48,5}{9^h 18^m}$$

Non potendo dividere 48,5 per 9^h e 18^m , bisogna prima trasformare i minuti in decimi di ora:

$$18^m : 60 = 0,3 \text{ (decimi di ora)}$$

$$9^h + 0,3 = 9,3 \text{ (9 ore e 3 decimi di ora)}$$

$$\frac{48,5}{9,3} = 5,2 \text{ nodi}$$

Esempio 6

Calcolare lo spazio che percorre un'imbarcazione in 12^h e 47^m navigando alla velocità di 11 nodi.

Bisogna trasformare prima i minuti in decimi di ora:

$$47^m : 60 = 0,78 \text{ (78 centesimi di ora)}$$

$$S = V \times T = 11 \times 12,78 = 140,58 \text{ miglia}$$

Un altro sistema per risolvere questi calcoli è quello di trasformare tutto in minuti.

Ad esempio, l'esercizio precedente (n. 6) si può risolvere in questo modo:

$$12^h \times 60 + 47^m = 767^m \text{ (767 minuti)}$$

$$11 \text{ nodi (velocità oraria)} : 60 = 0,1833 \text{ (velocità al minuto)}$$

$$767^m \times 0,1833 = 140,59 \text{ miglia}$$

Quando si è in mare ogni navigante deve sempre porsi due domande fondamentali: **dove sono? Dove sto andando?**

Le coordinate geografiche

Come si determina un punto

In geometria, quando si vuole determinare l'esatta posizione di un punto su un piano, si stabilisce un sistema di assi cartesiani (ascisse X e ordinate Y).

Si assegna alla X (in questo caso 1cm) e alla Y (in questo caso 0,5cm) un determinato valore; il punto in oggetto risulterà a una certa distanza dai due assi di riferimento per un valore multiplo di X e Y.

Nell'esempio il punto P viene identificato sul piano e si trova a una distanza di 6 volte X (12cm) dall'origine 0 dell'asse X e di 3 volte Y (3cm) dall'origine 0 dell'asse Y (Figura 1.4 p. 24). Sulla Terra si procede allo

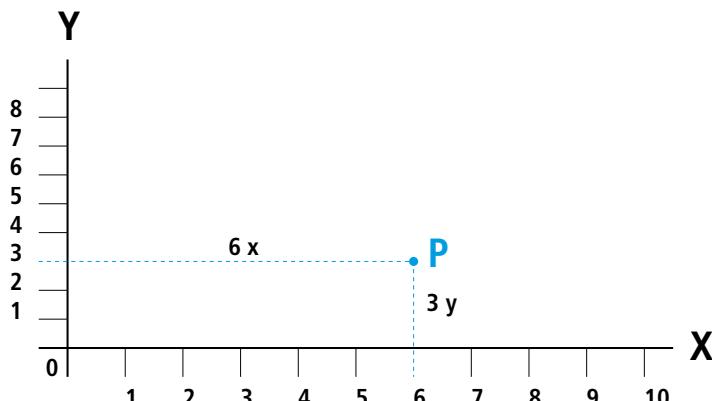


Figura 1.4 - Posizionamento su un piano

stesso modo. Stabilito un sistema di circonferenze (e non di assi, in quanto siamo su una sfera), la posizione di un punto si determina misurando la distanza di questo dalle due circonferenze di riferimento mediante una misura angolare, come vedremo più avanti.

Le due circonferenze di riferimento sulla Terra sono: l'**equatore** e il **meridiano di Greenwich** e cioè è come se l'equatore fosse l'asse X e il meridiano di Greenwich l'asse Y.

Solo i meridiani e l'equatore sono circoli massimi, in quanto il piano che li contiene passa per il centro della Terra.

Tutti gli altri sono circoli minori.

L'equatore divide la Terra in emisfero nord e sud, il meridiano di Greenwich in est e ovest.

Latitudine e longitudine

Come già detto, per determinare la posizione di un punto sulla Terra, basta dare la distanza a cui si trova dall'equatore e quella a cui si trova dal meridiano di Greenwich.

Queste distanze, che vengono date in gradi, primi e secondi (o decimi di primo), costituiscono le coordinate del punto, ossia latitudine e longitudine.

Latitudine: lat. - ϕ (lettera fi dell'alfabeto greco): arco di meridiano, misurato in gradi, primi e secondi (o decimi di primo) tra l'equatore e un punto della superficie terrestre.

Longitudine: long. - λ (lettera lambda dell'alfabeto greco): arco di equatore, misurato in gradi, primi e secondi (o decimi di primo) tra il

meridiano di Greenwich e il meridiano passante per un punto della superficie terrestre.

Conoscendo poi la lunghezza di 1 grado (1 miglio), è facile risalire alla distanza in miglia del punto in oggetto.

Poiché i valori di latitudine e longitudine si ripetono uguali negli emisferi N - S E - W, nel dare le coordinate di un punto bisogna precisare l'emisfero in cui esso si trova (dare la specie).

Quando si danno le coordinate di un punto si indica sempre per prima la latitudine (*Figura 1.5*).

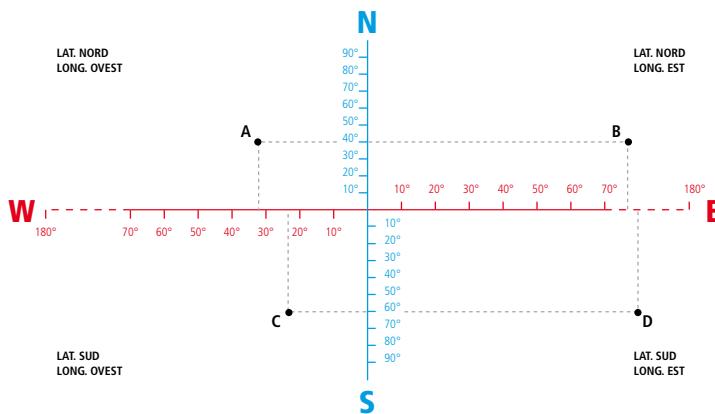


Figura 1.5 - Lat. e long. su un piano

Senza la specie delle coordinate il punto non è determinato.

Nell'esempio riportato abbiamo:

Punto A lat. 040° N
 long. 033° W

Punto C lat. 060° S
 long. 024° W

Punto B lat. 040° N
 long. 095° E

Punto D lat. 060° S
 long. 110° E

La latitudine si misura da 0° a +90° verso N e da 0° a -90° verso S.

Sapendo che 1° di grado corrisponde a 1 miglio, è anche facile determinare le distanze.

1° di latitudine è la distanza angolare dall'uno all'altro dei 90 paralleli nord e sud e corrisponde a 60 miglia (*Figura 1.6* p. 26).

| **Latitudine - lat. - ϕ**

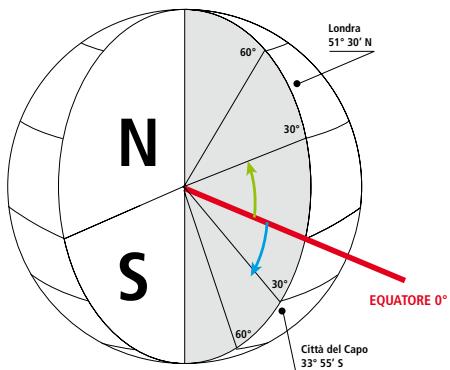


Figura 1.6 - Latitudine

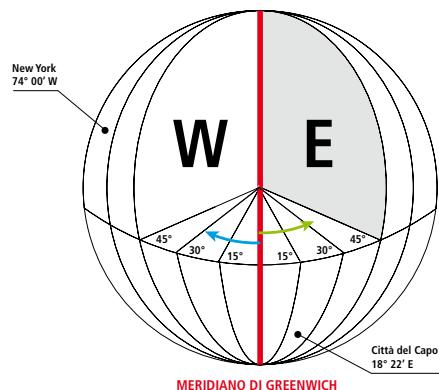


Figura 1.7 - Longitudine

Longitudine - long. - λ

La longitudine, ripetiamo, è la distanza in gradi, primi e secondi (o decimi di primo) dal meridiano di Greenwich - è quindi la lunghezza dell'arco di equatore (e non di parallelo, vedremo poi perché) compreso tra il meridiano di Greenwich e il meridiano passante per il punto considerato.

1 grado di longitudine è la distanza angolare tra un meridiano e l'altro e corrisponde a 60 miglia solo all'equatore, in quanto la lunghezza dei paralleli diminuisce avvicinandosi ai poli (Figura 1.7).

Differenza di latitudine e di longitudine

Se abbiamo due punti sulla superficie terrestre, le loro posizioni sono individuate dalle rispettive coppie di coordinate, mentre la posizione di un punto rispetto all'altro è determinata dalla differenza tra le rispettive coppie di coordinate.

Per determinare le coordinate di un punto di arrivo **B**, conoscendo le coordinate del punto di partenza **A** e gli spostamenti in latitudine $\Delta\phi$ e longitudine $\Delta\lambda$, basta sommare questi spostamenti se essi hanno segno uguale, o sottrarli, se hanno segno diverso, alle coordinate del punto di partenza.

Ricordiamo che: nord ed est sono positivi (segno +), sud e ovest sono negativi (segno -).

Fuso orario |

Se dividiamo per 24 (le ore che impiega la Terra a compiere una rotazione su se stessa in senso antiorario) l'angolo giro di 360° , si ottiene

015° e cioè il percorso che compie un punto qualsiasi sulla Terra in un'ora.

015° costituiscono l'ampiezza di un fuso orario e determinano il cambiamento dell'ora.

Il meridiano di Greenwich costituisce l'ora media del fuso (Tm) in cui si trova; gli altri fusi sono numerati da (-1) a (-12) verso est e da (+1) a (+12) verso ovest.

Le relazioni esistenti tra ora locale e ora di Greenwich sono le seguenti:

$$Tf = Tm - (\pm f)$$

$$Tm = Tf + (\pm f)$$

Dove:

Tm = tempo medio di Greenwich o tempo universale.

Tf = ora del fuso (ora locale).

f = numero del fuso col proprio segno.

Quindi:

più si va a est e più l'ora aumenta di una unità per ogni fuso.

Più si va a ovest più siamo 1 ora indietro a ogni fuso
(Figura 1.8).

Tutto questo è stato creato artificialmente per convenzione, per poter fare ordine e rapportarci sulla Terra in funzione dello scorrere del tempo.

Se vogliamo conoscere l'ora locale di una nave, o di qualsiasi oggetto sulla superficie terrestre, basta conoscere il numero del fuso in cui esso si trova, e che si può ricavare conoscendo la sua longitudine.

Esempio 1

Alle ore 0900, navigando intorno alle Baleari, riceviamo un SOS da una nave che dice di trovarsi a una longitudine di 029° W. Vogliamo conoscere la sua ora locale.

$$\text{long. } 029^\circ : 015^\circ \text{ (ampiezza di 1 fuso)} = 1,93$$

(si arrotonda a 2)

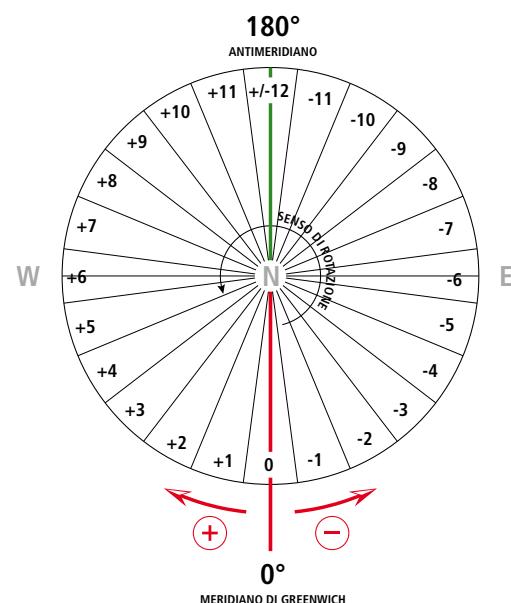


Figura 1.8 - Fusi orari