



Sabrina Guerra

# CONOSCERE E LEGGERE LA CARTA NAUTICA

**il** E D I Z I O N I **Frangente**

# CONTENUTO



5 1.1 Premessa

## **6 1. COME POSSO RAPPRESENTARE IL GLOBO TERRESTRE SUL PIANO PER AVERE LA CARTA NAUTICA?**

6 1.1 La forma della Terra:  
dal geode all'ellissoide di rotazione di riferimento terrestre

9 1.2 La geometria dell'ellissoide di rotazione terrestre,  
l'angolo di deviazione della verticale e l'ondulazione del geode

12 1.3 Paralleli e meridiani

14 1.4 Il reticolo geografico

14 1.5 Le coordinate geografiche angolari: latitudine e longitudine

19 1.6 Legame tra la longitudine e il tempo

## **21 2. IL SISTEMA DI RIFERIMENTO CARTOGRAFICO DELLA CARTA NAUTICA**

21 2.1 La proiezione cilindrica centrale "diretta"  
conforme modificata di Mercatore - Proiezione di Mercatore

25 2.2 Definizione di miglio marino

26 2.3 Misura del miglio marino

27 2.4 Relazioni tra nodo e miglio marino

27 2.5 Rotta lossodromia e rotta ortodromia,  
quando le due rotte coincidono

### **30 3. LETTURA DELLA CARTA NAUTICA**

- 30 3.1 Considerazioni generali
- 31 3.2 Titolo della carta nautica
- 34 3.3 Datum geodetico di riferimento
- 39 3.4 Il Datum WGS84
- 42 3.5 Aggiornamenti e Avvisi ai Naviganti
- 44 3.6 Le carte adiacenti e le Avvertenze
- 45 3.7 Natura del fondo e batimetriche
- 45 3.8 Le scale di latitudine e di longitudine e la carta nautica
- 50 3.9 La rosa azimutale e la declinazione magnetica
- 52 3.10 La deviazione magnetica

### **55 4. IL SISTEMA CARTOGRAFICO UTM E IL RETICOLATO CHILOMETRICO UTM**

- 55 4.1 La Proiezione cilindrica centrale "trasversa"  
conforme di Mercatore
- 56 4.2 Confronto fra le due proiezioni cartografiche
- 58 4.3 Il Sistema UTM: il fuso, la falsa origine, la fascia e la zona
- 61 4.4 Il reticolato chilometrico UTM dei quadrati di  
100km e 10km di lato
- 65 4.5 I punti cospicui
- 66 4.6 La designazione del punto cospicuo Monte Calamita  
nel reticolato chilometrico UTM della carta nautica 5/D

## Premessa

Parlare di carta nautica ai giorni nostri non è un argomento di secondaria importanza, anche se la cartografia elettronica e i chartplotter ne hanno progressivamente sostituito la fondamentale importanza e quel carattere di indispensabilità che essa ha rivestito sino agli anni '80. Oggi si utilizza la versione cartacea solo occasionalmente a discapito della vera navigazione in cui era fondamentale per il navigante acquisire una buona dimestichezza con il carteggio nautico.

Con l'avvento e la diffusione del GPS (Global Positioning System) cartografico marino bastano invece poche nozioni per pianificare, visualizzare e monitorare un percorso in tempo reale e ottenere il Punto Nave. Tuttavia bisogna tenere conto che un guasto, un malfunzionamento o una perdita di segnale potrebbero mettere a repentaglio la sicurezza della navigazione, per cui essere dotati di una carta tradizionale e saperla leggere è sicuramente una garanzia in più a bordo.

Questo breve manuale illustra le problematiche affrontate e i criteri adottati per trasferire il globo terrestre sul piano al fine di ottenere la carta nautica. Vengono descritti e messi in relazione i due sistemi cartografici con i quali essa è stata costruita e come questi si sono evoluti nel tempo, sia per adattarsi alle crescenti esigenze degli utenti, sia per uniformarsi alle nuove e sempre più sofisticate tecnologie di rilievo e posizionamento satellitare.

Alcuni concetti e criticità, rilevati nel corso dell'esposizione, sono stati volutamente ripetuti per contestualizzarli ai contenuti di volta in volta proposti così da poterne riscontrare l'importanza e l'essenzialità.

Durante la descrizione si consiglia di tenere a portata di mano la carta didattica 5/D o una qualsiasi altra carta nautica in quanto non mancheranno richiami alla lettura e momenti di riflessione e verifica.

Il termine ricorrente di imbarcazione, infine, è stato utilizzato per intendere qualsiasi mezzo nautico a prescindere dal suo effettivo significato.

Sabrina Guerra



# 1. COME POSSO RAPPRESENTARE IL GLOBO TERRESTRE SUL PIANO PER AVERE LA CARTA NAUTICA?

## 1.1 La forma della Terra: dal geoide all'ellissoide di rotazione di riferimento terrestre

Tutti sappiamo che la Terra non ha una forma sferica, è schiacciata ai poli a causa della forza centrifuga, dell'effetto della rotazione terrestre e di zone di diversa densità sia all'interno che all'esterno del globo; il diametro equatoriale è di 12.756km mentre l'asse polare di rotazione è di circa 42km inferiore.

La costruzione di un modello matematico per poterla rappresentare graficamente sulla carta è stata oggetto di numerosi studi fino al 1596, quando il matematico, astronomo, geografo e cartografo fiammingo Gerardo Mercatore (Gerhard Kremer, latinizzato in Gerardus Mercator e più semplicemente Mercatore) ideò una cartografia adatta per la navigazione anche se con determinati limiti, che poi affronteremo.

Per ottenere una superficie geometrica e quindi matematicamente descrivibile della Terra sono state fatte diverse ipotesi fino a quando alcune hanno trovato concretezza e compiutezza. Sostanzialmente si possono riassumere in due passaggi:

a) la forma del pianeta è stata approssimata a un *geoide*, ovvero a una superficie equipotenziale del campo gravitazionale terrestre, perpendicolare alle linee di forza della gravità in ogni punto, che passa per il livello medio del mare (s.l.m.) in una posizione della superficie terrestre alla quale viene attribuito il valore di 0.00m sul s.l.m.

Rappresenta, pertanto, la superficie media dei mari e oceani idealmente prolungata sotto le terre emerse le cui irregolarità sono notevolmente inferiori a quelle terrestri. Per le sue caratteristiche, è ancora una superficie fisica e ondulata perché risente delle discontinuità gravitazionali dovute alla presenza di catene montuose e di fosse oceaniche con differenti densità, ovvero è influenzata dalle diverse masse che compongono i vari strati del globo (*Figura 1*).



Più semplicemente, il nostro pianeta, così raffigurato, risulta schiacciato in corrispondenza delle montagne e innalzato in corrispondenza degli oceani (Figura 2), quindi più simile a una forma sferica rispetto alla Terra, ma non è ancora una superficie geometrica sulla quale impostare relazioni matematiche.

Sul geode, ciononostante, per le sue caratteristiche e proprietà fisiche, si determinano le quote sul livello medio del mare (s.l.m.), contraddistinte con il nome di *quote ortometriche s.l.m.* o *quote geoidiche s.l.m.*, poiché i punti sulla sua superficie seguono sempre la direzione delle linee di forza del campo gravitazionale, quindi della verticale o del filo a piombo (Figura 2).

Durante le operazioni di rilievo altimetrico della rete di livellazione nazionale di alta precisione realizzata tra il 1950 e il 1971 dall'IGM (Istituto Geografico Militare) di Firenze per facilitare e omogeneizzare i lavori topografici a terra, ed evitare inutili correzioni o compensazioni a causa delle diverse metodologie di rilievo, si è adottata la quota ortometrica s.l.m. come riferimento di misura delle altezze dei punti.

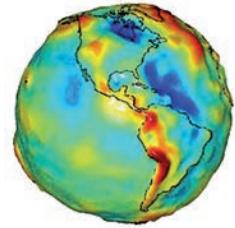


Figura 1 – Geoide.

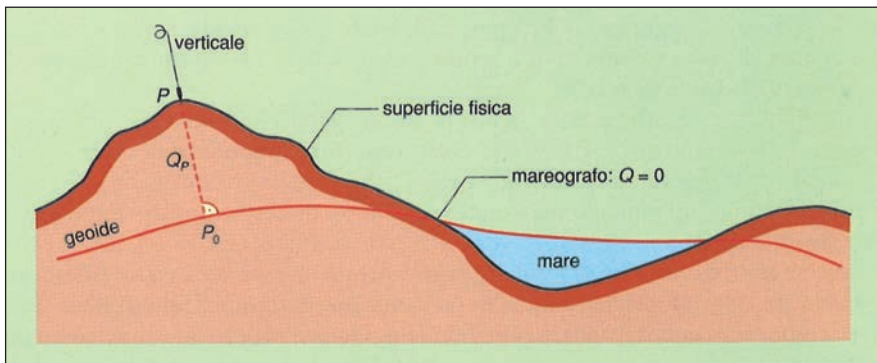


Figura 2 – Andamento del geoide rispetto al globo terrestre – Verticale al geoide.

Il predetto parametro si misura con i mareografi, apparecchiature perlopiù collocate nei porti più importanti e omogeneamente distribuiti per formare una rete in grado di monitorare l'intero territorio nazionale.

Il primo strumento rilevatore è stato posizionato nel porto di Genova e con esso, dopo un lungo periodo di osservazioni, è stato determinato il livello medio del mare della vecchia rete di livellazione nazionale; il suo valore, infatti, non è costante ma varia in funzione del moto ondoso, del vento, delle maree, della forza centrifuga, dei cambiamenti climatici, eccetera.



Ogni nazione ha il proprio riferimento altimetrico. In Italia, a suo tempo, fu stabilito per l'appunto dal mareografo di Genova in un periodo che va dal 1937 al 1946, ed è solitamente indicato con Genova 1942. Per le due isole maggiori, Sicilia e Sardegna, fu assunto rispettivamente quello di Catania (1956) e quello di Cagliari (1965).

La vecchia livellazione nazionale, in parte ancora in uso, viene monitorata con l'attuale rete mareografica; in alcuni punti sono state installate le nuove strumentazioni con l'intento di confrontare i dati provenienti dai precedenti rilievi con quelli forniti in tempo reale e con continuità dalle nuove apparecchiature e riscontrare nel tempo eventuali differenze e anomalie.

Segue un esempio di rilievo effettuato in due periodi diversi con l'attuale RMN (Rete Mareografica Nazionale) composta da 36 stazioni di misura distribuite uniformemente su tutto il territorio, i cui dati vengono raccolti e divulgati dall'SMN (Servizio Mareografico Nazionale) e dall'ISPRA (Istituto Superiore per le Protezione e la Ricerca Ambientale).

LIVORNO Rilievo Mareografico		
	Latitudine 43°32'46,63"	Longitudine 10°17'57,62"
	RMN ultima rilevazione 07:00 22.09.2022 GMT	RMN ultima rilevazione 07:00 01.03.2023 GMT
Livello idrometrico	0,063 m	0,14 m
Temperatura acqua	23°	12,5°
Temperatura aria	16,8°	7,7°
Umidità relativa	52 %	73 %
Pressione atmosferica	1020.4 hPa	1010.0 hPa

- b) Studi successivi hanno consentito di passare dal geoide a un *ellissoide di rotazione*, superficie geometrica e quindi matematicamente definita (Figura 3). Nel corso dell'esposizione, la parola *ellissoide* talvolta è stata sostituita da: *globo terrestre*, *pianeta*, *Terra*, per rendere più semplice e concreto il contenuto che si sta illustrando.



## 1.2 La geometria dell'ellissoide di rotazione terrestre, l'angolo di deviazione dalla verticale e l'ondulazione del geoido

L'ellissoide standard è un solido generato dalla rotazione di un'ellisse intorno a uno dei suoi assi; nel nostro caso è detto *biassiale*, in quanto dei tre assi (a), (b) (c), due hanno le stesse dimensioni (a)=(c) e (b) coincide con quello polare; si ottiene dalla rotazione attorno al semiasse minore (b) di un'ellisse generatrice con semiasse maggiore (a).

Il piano generato è detto *piano equatoriale ellissoidico* (Figura 3).

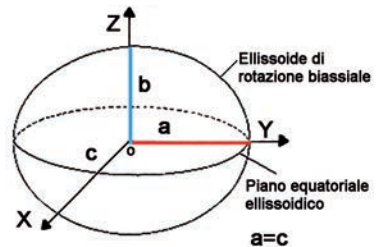


Figura 3 – Ellissoide biassiale di rotazione terrestre con i due semiassi maggiori di uguali dimensioni.

Per la sua geometria, esso ha una forma che meglio descrive e approssima il pianeta; è una figura regolare, dunque priva di quelle ondulazioni o gibbosità che caratterizzano il geoido.

La sua equazione, in un sistema di riferimento cartesiano geocentrico Oxyz (con origine nel centro di massa della terra-ellissoide), indicando con X,Y,Z le coordinate appartenenti a un generico punto della superficie esterna, è la seguente:

$$\frac{X^2 + Y^2}{a^2} + \frac{Z^2}{b^2} = 1$$

dove (a) e (b) sono numeri reali positivi che ne determinano la forma stessa (Figura 3).

Naturalmente esistono infiniti ellissoidi al variare dei valori assegnati ai suoi parametri, ed in particolare ai due semiassi a e b. In passato il problema è stato quello della loro determinazione per attribuire al solido una forma più vicina possibile a quella della Terra, talvolta ricorrendo anche a misure astronomiche e di gravità molto accurate. Gli ellissoidi più importanti e di nostro interesse, in ordine cronologico, sono i seguenti:

Nome ellissoide	Anno	a	b
Bessel	1841	6.377.397,155	6.356.078,962
Hayford	1909	6.378.388,000	6.356.911,945
Internazionale Hayford	1924	6.378.388,000	6.356.911,945
WGS84	1984	6.378.137,000	6.356.752,314





Con questa raffigurazione (Figura 4) è stata definita la forma geometrica e matematica del globo terrestre, sulla quale si conosce la posizione di ogni punto, vale a dire che siamo in grado di trasferire la superficie ellissoidica su di un piano e costruire la carta nautica attraverso relazioni biunivoche.

Resta comunque una rappresentazione ibrida, in quanto le posizioni planimetriche dei punti sono riferite all'ellissoide di rotazione, mentre le quote ortometriche, per le ragioni sopra esposte, sono riferite al geoido.

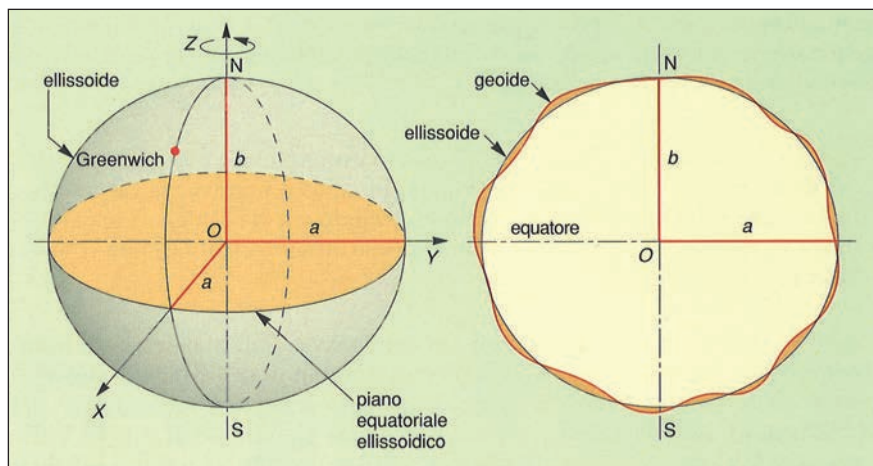


Figura 4 – Geometria dell'ellissoide di rotazione a confronto con il geoido nell'ambito di un piano di sezione passante per il centro e per l'asse polare di rotazione terrestre N-S.

Bisogna, in effetti, evidenziare due criticità, non di secondaria importanza, per aver effettuato una scelta eterogenea:

1. la prima è dovuta al fatto che, in un punto qualsiasi della Terra, la direzione della verticale al geoido non coincide con quella della normale all'ellissoide poiché, si ribadisce, nel primo caso abbiamo a che fare con una *superficie fisica* che risente del campo gravitazionale terrestre; nel secondo caso, invece, siamo in presenza di una *superficie geometrica* a cui corrispondono grandezze e relazioni matematiche. Lo scostamento  $\delta$  tra la verticale al geoido e la normale all'ellissoide prende il nome di *angolo di deviazione della verticale* ( $\delta$ ) (Figura 5).
2. La seconda, dalla quale non si può prescindere, soprattutto se si utilizzano sistemi di rilevamento satellitari GPS (fra poco ne comprenderemo il motivo), è quella "dell'Ondulazione del geoido  $Np$ "; vale a dire dello scostamento della superficie del geoido rispetto a quella dell'ellissoide in corrispondenza dello stesso punto; tale valore è dato dalla differenza tra la *quota ellissoidica o geometrica* ( $hp$ ),



attualmente fornita dal GPS, e quella ortometrica ( $Q_p$ ); tecnicamente, la misurazione di  $N_p$  viene effettuata parallelamente alla normale all'ellissoide, quindi secondo la direzione di ( $h_p$ ), applicando la seguente formula (Figura 5):

$$N_p = h_p - Q_p$$

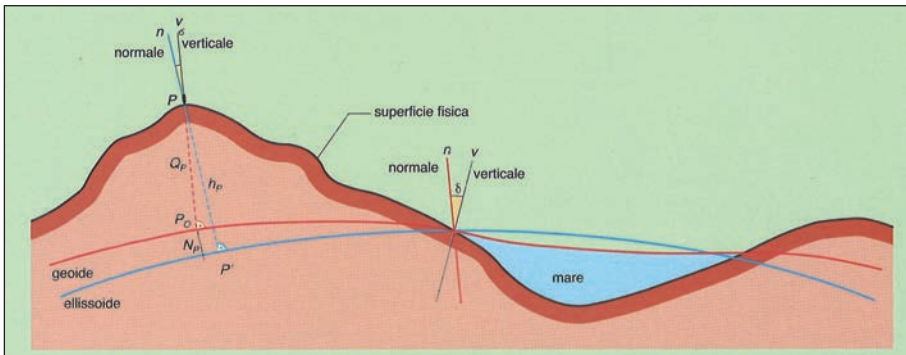


Figura 5 – Rappresentazione della Terra, del geoide e dell'ellissoide di rotazione.  
Angolo di deviazione della verticale ( $\delta$ ) e Ondulazione del geoide ( $N_p$ ).

In passato, i valori di  $N_p$  sono stati determinati mediante modellazioni che tenevano conto della conoscenza dell'andamento altimetrico del geoide localmente; oggi essi derivano, in forza del suddetto punto 2), dai sistemi satellitari mediante il posizionamento di stazione e ricevitori GPS in punti di cui si conoscono le quote ortometriche ( $Q_p$ ), così da poter determinare  $N_p$  per differenza tra la quota geometrica ( $h_p$ ), rilevata dal GPS, e quella geoidica nota ( $Q_p$ ).

I moderni navigatori, infatti, adottano come superficie di riferimento l'ellissoide di rotazione globale geocentrico e forniscono la quota ellissoidica che, a sua volta, deve essere corretta del valore di  $N_p$  per ottenere quella ortometrica:

$$Q_p = h_p - (+/-N_p)$$

In sostanza, mediante questa relazione, conoscendo  $N_p$ , possiamo modificare i dati altimetrici afferenti all'ellissoide per ottenere quelli attinenti al geoide (Figura 5) ricordando che, nella conversione, se vogliamo ottenere una elevata precisione, occorre considerare anche la deviazione della verticale di cui al punto 1.

Per avere un ordine di grandezza, in Italia,  $N_p$  varia dai +40cm ai +50cm circa.

Se la Terra fosse costituita da materiali perfettamente omogenei e privi di massa e irregolarità, l'ellissoide e il geoide coinciderebbero, così come la verticale, la nor-



male e l'ondulazione del geoido; in realtà esse risultano sfasate, in Italia, di alcune decine di metri nei casi più favorevoli, ma se pensiamo al resto del Continente,  $N_p$  può raggiungere anche i 100m e oltre, e pensare di trascurare le predette correzioni perché ininfluenti ci esporrebbe ad errori non di scarso rilievo. Disegnare con il plotter, ad esempio, le linee batimetriche (linee i cui punti hanno la stessa profondità) delle carte nautiche con rilievi effettuati con sistemi GPS, senza impiegare software di conversione o trascurando le correzioni  $N_p$  e  $\delta$ , potrebbe comportare inesattezze di notevole rilevanza, compromettendo la sicurezza della carta stessa.

Nella realtà, la quota ortometrica, che troviamo quasi sempre disegnata con una retta, è una linea curva, tra il punto  $P$  della superficie terrestre e il geoido, che segue la direzione delle linee di forza del campo gravitazionale, come nello schema di (Figura 6).

*Quota ortometrica di un punto  $P \rightarrow$  lunghezza dell'arco di linea di forza della gravità compreso tra il punto  $P$  sulla superficie fisica della Terra e il geoido.*

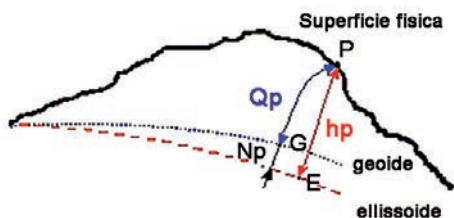


Figura 6 – Ondulazione del geoido  $N_p$ .

Significato dei simboli delle Figure 5 e 6:

$h_p$  = quota ellissoidica o GPS

$Q_p$  = quota ortometrica o geoidica

$N_p$  = ondulazione del geoido

$\delta$  = angolo di deviazione della verticale

$n$  = normale all'ellissoide

$v$  = verticale al geoido

### 1.3 Paralleli e meridiani

L'Equatore è un parallelo ed è stato assunto come parallelo di riferimento o fondamentale  $0^\circ$  per la latitudine; si ottiene tagliando idealmente il solido terrestre con un piano passante per il centro e perpendicolare all'asse polare, detto *piano equatoriale ellissoidico*; questo intercetta la superficie stessa lungo una circonferenza massima da cui prende nome.

*Solo l'Equatore è una circonferenza massima.*



Tutti gli altri paralleli che si ottengono tagliando il globo con piani perpendicolari all'asse polare e paralleli a quello di riferimento, a nord e a sud, determinano altri cerchi, i paralleli, che non sono circonferenze massime, poiché non passano per il centro dell'ellissoide, ma *circoli di lunghezza variabile* (o *circonferenze minori*) che si dipartano dall'Equatore ai poli (Figura 7).

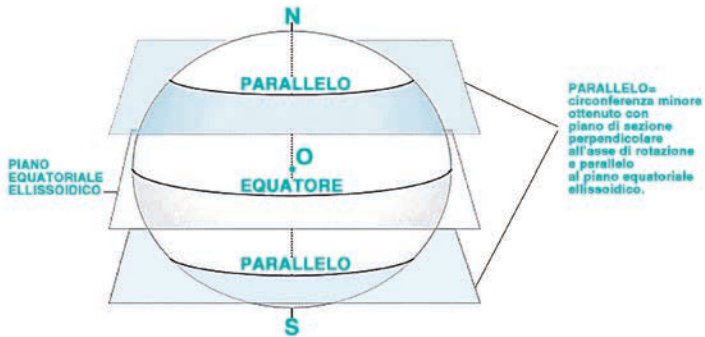


Figura 7 – Paralleli.

I *meridiani* si ottengono tagliando idealmente l'ellissoide con piani perpendicolari a quello equatoriale che passano contemporaneamente per il suo centro e per l'asse polare dando origine a infinite circonferenze massime tutte uguali fra di loro.

Quello che passa per l'Osservatorio di Greenwich è stato assunto come meridiano di riferimento o fondamentale 0°; ciascuno, inoltre, presenta dalla parte diametralmente opposta un antimeridiano (Figura 8). Tutti i meridiani sono circonferenze massime; nel linguaggio corrente, sono semicirconferenze massime passanti per entrambi i poli.

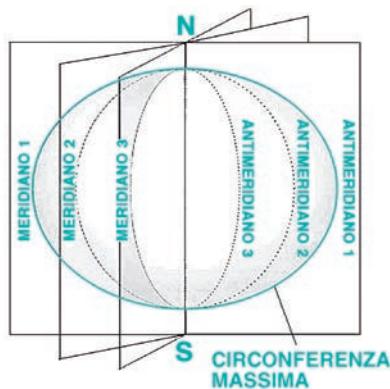


Figura 8 – Meridiani.



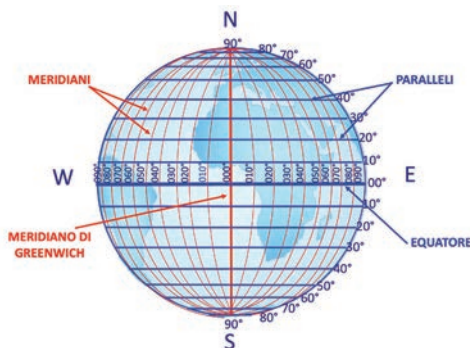
## 1.4 Il reticolo geografico

Per ottenere dei riferimenti certi sul globo terrestre, al fine di realizzare una rappresentazione cartografica, i geografi e cartografi del tempo hanno tracciato sul solido di riferimento delle linee immaginarie verticali e orizzontali coincidenti rispettivamente con i meridiani e i paralleli, che formano una rete chiamata “*reticolo geografico*”.

*I meridiani*: originano da quello di Greenwich ( $0^\circ$ ), rispetto ad esso sono numerati positivamente da  $000^\circ$  a  $180^\circ$  a est (E), lo stesso ad ovest (W) ma negativamente (*Figura 9*);

*I paralleli*: iniziano dall'Equatore ( $0^\circ$ ), sono numerati da  $00^\circ$  a  $90^\circ$  a nord (N) e ugualmente a sud (S) dello stesso ma con segno negativo; (*Figura 9*).

Con questa suddivisione, pertanto, il reticolo geografico risulta costituito complessivamente da 180 paralleli, 90 a N e altrettanti a S dell'Equatore, e da 360 meridiani, 180 a E e analogamente a W del meridiano di Greenwich.



*Figura 9 – Reticolo geografico dei meridiani e paralleli.*

## 1.5 Le coordinate geografiche angolari: latitudine e longitudine

Per poter individuare con precisione e in modo univoco la posizione planimetrica di un punto sulla superficie terrestre, oltre al reticolo geografico, che costituisce la rete di riferimento, sono necessari altri due parametri: la latitudine e la longitudine. Per ogni punto della Terra passano un meridiano e un parallelo, che ci forniscono la posizione; tuttavia essi non sono sufficienti a stabilire la distanza angolare dello stesso rispetto all'origine, ossia al meridiano di Greenwich e all'Equatore.

Ciò premesso, un punto nel sistema cartografico, viene quindi definito con le sue coordinate geografiche angolari che, come sopra anticipato, sono la *latitudine*  $\varphi$  (fi) e la *longitudine*  $\lambda$  (lambda) (*Figura 10*).

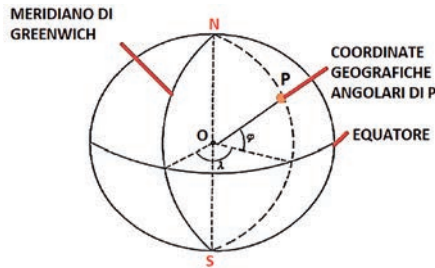
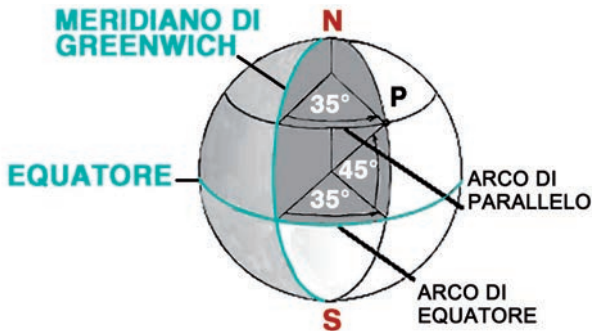


Figura 10 – Coordinate geografiche angolari di P.



Latitudine  $\varphi$  (Fi) del punto P = 45° - rispetto al parallelo 0° dell'Equatore  
Longitudine  $\lambda$  (lambda) del punto P = 35° - rispetto al meridiano 0° di Greenwich

Figura 11 – Esempio di latitudine e longitudine di un punto P.

La *latitudine*  $\varphi$ : distanza angolare misurata sull'arco di meridiano compresa tra l'Equatore e il parallelo passante per il punto considerato (Figure 10-11).

Si misura con il compasso nautico in verticale tra i paralleli, sulle scale di latitudine poste sul contorno della carta a destra e a sinistra.

La *longitudine*  $\lambda$ : distanza angolare misurata sull'arco di Equatore compreso tra il meridiano di Greenwich e quello passante per il punto considerato (Figure 10-11).

Si misura con il compasso nautico in orizzontale tra i meridiani, sulle scale di longitudine che troviamo sul bordo della carta in basso e in alto.

È necessario conoscere entrambe le coordinate geografiche; con il solo valore



angolare di  $\lambda$  non si può stabilire la posizione, in quanto i punti lungo un meridiano hanno tutti la stessa longitudine rispetto a quello di Greenwich, l'angolo rimane invariato, come si può osservare dalla (Figura 11).

Ciò che varia è invece la distanza salendo o scendendo da  $0^\circ$  a  $\pm 90^\circ$  a causa della convergenza dei meridiani ai poli; i paralleli hanno circonferenze sempre più piccole e, a parità di distanza angolare, cambia quella lineare; ad esempio,  $1^\circ$  di longitudine all'Equatore misura circa 111km, mentre ai poli tende a zero. La (Figura

12) è corretta se del punto consideriamo il valore angolare  $\lambda$ , altrimenti, per avere quello lineare, dobbiamo misurarlo sull'arco di parallelo compreso tra il meridiano fondamentale  $0^\circ$  e quello passante per il punto stesso e non come sopra descritto.

Possiamo fare le stesse considerazioni se conosciamo solo la coordinata geografica  $\varphi$ , perché i punti lungo un parallelo hanno tutti la stessa latitudine rispetto all'Equatore; qualunque sia la loro posizione, la misura angolare rimane invariata, mentre, anche se di poco, aumenta quella lineare salendo verso i poli a causa della forma schiacciata dell'ellissoide o del meridiano che passa per il punto, la cui curvatura diminuisce all'aumentare della latitudine (Figura 13).

Osserveremo in seguito che nella carta nautica in Proiezione di Mercatore l'arco di meridiano compreso tra due paralleli si allunga progressivamente e sostanzialmente in prossimità dei poli tanto da compromettere il suo utilizzo oltre determinati limiti.

Di seguito si riporta una tabella dei valori chilometrici corrispondenti a

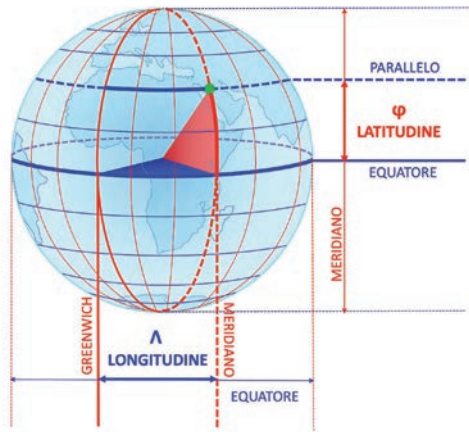


Figura 12 – Coordinate geografiche: latitudine e longitudine.

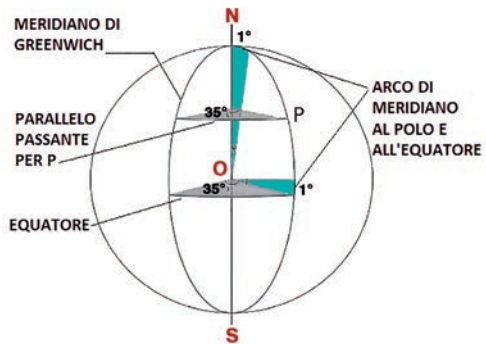


Figura 13 – Arco di meridiano sotteso da un angolo al centro di  $1^\circ$  di latitudine in corrispondenza dell'equatore e del polo nord.



Latitudine	$\Phi$ 1° (KM)	$\lambda$ 1° (KM)
0°	110.57	111.32
10°	110.61	109.64
20°	110.70	104.65
30°	110.85	96.49
40°	111.04	85.39
50°	111.23	71.70
60°	111.41	55.80
70°	111.56	38.19
80°	111.66	19.39
90°	111.69	0.00

Figura 14 – Tabella dei valori chilometrici di 1° di latitudine e di 1° di longitudine al variare di  $\varphi$  derivanti dall'ellissoide di Clarke 1866.

1° di longitudine e ad 1° di latitudine, al variare di quest'ultima sull'ellissoide di riferimento terrestre.

Analizzando i dati forniti dalla *Figura 14*, notiamo un lieve aumento della latitudine sull'ellissoide salendo verso nord (o scendendo a sud) mentre, la stessa cosa non si può dire per la misura della longitudine che varia sensibilmente fino a diventare nulla a 90° per effetto della predetta convergenza dei meridiani. Ritourneremo su questa tabella in occasione dei contenuti relativi al miglio marino e al *Sistema cartografico UTM (Universale Trasversa Mercatore)*.

Relativamente alle coordinate geografiche angolari, nella cornice della carta nautica 5/D, così come nella altre, sono riportate le due scale di latitudine e longitudine. In corrispondenza di entrambe leggiamo i gradi, i primi e contiamo i decimi di primo (possiamo apprezzare fino a mezzo primo se necessario); questi ultimi si scrivono con due cifre, i decimi di primo solitamente con una. Dopo la misura angolare deve essere riportato l'orientamento: N-S per la latitudine, E-W per la longitudine (*Figura 15*).

Ad esempio:      **Lat. 42° 27',6 N**                      **Long. 011° 01',8 E**

È buona norma, anche se applicata da pochi, esprimere i gradi di longitudine con tre cifre, perché lo sviluppo angolare di quest'ultima va da 000° a **180° E** e W Greenwich.

Lo stesso angolo, espresso nel sistema sessagesimale (gradi, primi e secondi) diventa:

**Lat. 42°27'36" N**                      **Long. 011°01'48" E**





dove la parte decimale dei primi è stata scorporata e moltiplicata per 60; per riscriverlo in primi e decimi di primo, naturalmente, si dividono i secondi per 60 e si sommano ai primi:

$$0',60 \times 60 = 36'' \quad \text{e} \quad 36''/60 = 0',6.$$

Analogamente, se lo stesso angolo lo vogliamo scrivere in gradi e frazione di grado, vale a dire nel sistema decimale o sessadecimale, i primi e i decimi di primo si dividono per 60 e si sommano ai gradi:

$$27',6/60 = 0,4600; \quad 42^\circ + 0,4600 = 42,4600.$$

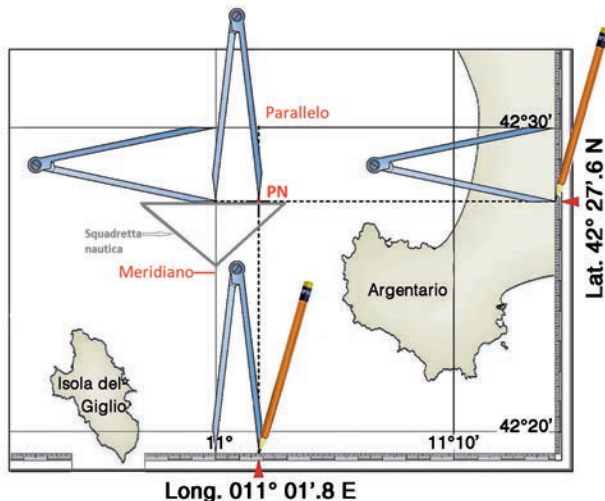


Figura 15 – Individuazione sulla carta nautica del PN, note le sue coordinate geografiche angolari.

La Figura 15 riporta un esempio di posizionamento di un punto nave (PN) sulla carta nautica, del quale si conoscono le coordinate geografiche angolari ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ).

Dopo aver segnato con la matita un trattino in corrispondenza dei valori di  $\varphi$  e  $\lambda$  sulle rispettive scale, procediamo all'individuazione del PN iniziando dalla latitudine:

*latitudine  $\varphi$*  – Disponiamo il compasso nautico in verticale, in corrispondenza del valore di  $\varphi$  ( $42^\circ 27',6$  N) e sul parallelo in prossimità del punto, facciamo scorrere la punta su quest'ultimo fino a toccare con l'altra il meridiano più vicino a  $\lambda$  dove segneremo un trattino con la matita (Figura 15);



*longitudine*  $\lambda$  – Con il compasso nautico in orizzontale ci posizioniamo sul valore di  $\lambda$  (011°01',8 E) e sul meridiano di prima; facciamo scorrere su quest'ultimo la punta fino al trattino stesso, determinando con l'altra punta la posizione di PN (Figura 15).

Per determinare  $\lambda$  si può utilizzare anche la squadretta nautica, allineando la linea di riferimento sul trattino e facendo coincidere l'asse di simmetria con il meridiano stesso in modo da garantire la perpendicolarità del punto sulla carta.

Solo a titolo di completezza delle informazioni, poiché la Terra presenta rilievi e depressioni, occorre anche un terzo parametro che è rappresentato, di fatto, dalla predetta quota ortometrica (Qp) s.l.m.

Le tre grandezze sopra descritte, costituiscono le coordinate geografiche assolute o tridimensionali del punto ( $\varphi$ ,  $\lambda$ , Qp).

## 1.6 Legame tra la longitudine e il tempo

La longitudine di un luogo è in stretta relazione con la misura del tempo; il tempo di un astro che ruota su se stesso è un angolo e di conseguenza sono angoli anche le differenze di longitudine tra due luoghi di osservazione. È dunque verosimile che due individui, situati in località diverse, possono misurare la differenza di longitudine eseguendo simultaneamente la lettura del loro *orologio solare* e cioè *dell'ora esatta in cui il sole culmina sul meridiano o del passaggio del sole al meridiano*. Dopo anni di studi e sperimentazioni è stato dimostrato che lo spostamento angolare di 15°, tra un meridiano e il successivo, corrispondeva a 1 ora.

Sicché, la Terra è stata idealmente suddivisa in 24 fusi orari, di ampiezza 15° di longitudine, per un totale di 360° ( $360^\circ/24 = 15^\circ$  di longitudine).

Se osserviamo il reticolo geografico dei meridiani e paralleli sul planisfero di Mercatore (Figura 16), possiamo avere l'immediata percezione e il riscontro, ad esempio, della differenza oraria tra l'Italia e Greenwich (meridiano 0° di longitudine).

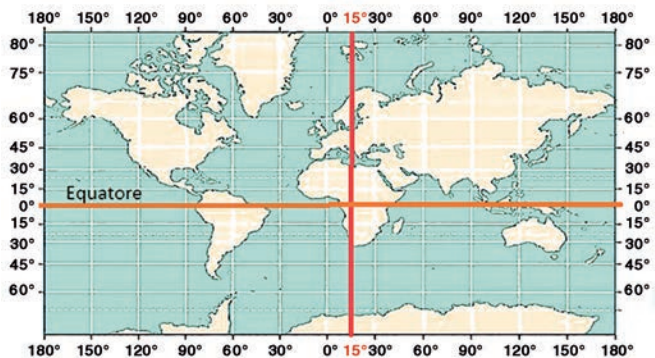


Figura 16 – Planisfero di Mercatore.