

$\frac{A09}{149}$

Daniele Ruiu

Teoria e tecnica del trasposto marittimo

Corso di Navigazione, Meteorologia,
Architettura Navale, Sicurezza e Diritto Marittimo
ad uso degli Istituti Tecnici Nautici
e Professionali per le Attività Marinare



Copyright © MMXI
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133/A-B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-4050-8

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: settembre 2011

Indice

- 7 *Prefazione*
- 9 *Capitolo I*
Navigazione classica, navigazione astronomica, navigazione moderna
- 65 *Capitolo II*
Meteorologia generale, meteorologia nautica, maree
- 89 *Capitolo III*
Architettura navale, stabilità e sicurezza, carico e scarico merci
- 151 *Capitolo IV*
Diritto marittimo, documenti e contratti, convenzioni e regolamenti
- 195 *Capitolo V*
Parte pratica, manovre e comportamenti, generalità impianti tecnici
- 217 *Esercitazioni pratiche di laboratorio*
- 221 *Riferimenti bibliografici*

Prefazione

L'ideazione di questo volume nasce dall'esigenza scolastica e pratica di un testo adatto agli studenti del triennio d'indirizzo degli Istituti Professionali per le Attività Marinare e degli Istituti Tecnici Nautici, rinnovati dalla riforma della scuola italiana del 2010.

Nella mia attività di insegnate sono anche emerse difficoltà da parte degli studenti nell'interpretare concetti contenuti in volumi e testi ormai obsoleti e lontani dal linguaggio delle nuove generazioni. Da queste motivazioni è nata la proposta di un nuovo testo, con l'obiettivo di semplificare e collegare le argomentazioni riguardanti il settore marittimo e navale, con particolare riferimento alla navigazione classica, astronomica e moderna, all'architettura navale e alle sue dinamiche, alla meteorologia e alle esercitazioni pratiche.

Un metodo semplice e chiaro, contenuto nei costi per fronteggiare questo periodo di crisi globale, si presenta come modello più adatto a far conoscere la materia ai nuovi studenti e a suscitare curiosità per successivi approfondimenti anche ad altri interessati alla materia.

Questo lavoro, dunque, vuole essere un contributo innovativo per una migliore visione e comprensione della materia in oggetto, modificata, aggiornata e rinnovata dalla nuova riforma scolastica degli indirizzi del mare che ha unificato la disciplina in un settore unico denominato "Scienze della Navigazione Marittima" e che comprende le discipline Nautiche, Navigazione, Meteorologia, Tecnica dei Trasporti e Sicurezza della Navigazione.

Un ringraziamento particolare al prof. Franco Cadamuro, già docente della materia che ha collaborato nella realizzazione di questo progetto. Un ringraziamento anche a tutti coloro che hanno contribuito con il loro sostegno, utili discussioni, consigli e disponibilità per la riuscita di questo lavoro.

Realizzare un libro di testo è un operazione non facile che richiede numerosi controlli sul testo, sulle immagini, sulla struttura e l'impostazione. Esperti suggeriscono che è praticamente impossibile pubblicare libri perfetti e privi di piccoli errori. Saremo quindi grati ai lettori che vorranno segnalarceli.

Sono particolarmente graditi ulteriori suggerimenti e critiche al presente elaborato, volto a ricercare, con le dovute accortezze, nuove soluzioni per un'interpretazione della navigazione più moderna e attuale sotto l'aspetto tecnico, scientifico e operativo.

prof. Ing. Daniele Ruiu

Navigazione classica, navigazione astronomica, navigazione moderna

1.1. Comandante

Il comandante è nominato dall'armatore e rappresenta l'armatore stesso (in forma giuridica) in molte situazioni, processi compresi. Il comandante è considerato capo della spedizione e capo della comunità viaggiante. Come capo della spedizione egli ha dei doveri da compiere alla partenza, in navigazione e all'arrivo in porto. Come capo della comunità viaggiante la legge gli conferisce poteri di ufficiale giudiziario, per cui può ordinare la perquisizione e l'arresto nonché infliggere sanzioni disciplinari; egli funge anche da notaio, ricevendo dei testamenti, in presenza di due testimoni; inoltre funge da ufficiale di Stato Civile e in tal veste può celebrare matrimoni civili, redigere atti di nascita, di morte e di scomparsa in mare (articolo 101 C.C.). Tutta l'attività che il comandante svolge sotto queste vesti, deve essere annotata sul giornale generale di bordo e/o sul registro di contabilità (giornale parte seconda), nonché sul ruolo equipaggio.

1.2. Doveri all'arrivo

- a) Nota di informazione e richiesta di libera pratica via radio. Richiesta del Pilota: si preleva alla distanza specificata dal regolamento, oppure dal porto, o comunque, su di un simbolo convenzionale sulla carta (rombo all'interno di un cerchio);

- b) all'arrivo consegna la dichiarazione marittima di sanità per regolarizzare la richiesta di libera pratica;
- c) presenta entro 24 ore il manifesto di carico alla dogana o all'ufficio merci;
- d) presenta alle Autorità Marittime o alle Autorità Consolari la denuncia di eventi straordinari (art. 182 Codice della Navigazione) ed entro 24 ore la relazione di avaria all'autorità Giudiziaria (con due copie del Giornale Parte II). Ci sarà un'inchiesta sommaria da parte dell'Autorità Marittima e la verifica della relazione (inchiesta) da parte dell'autorità Giudiziaria;
- e) solo dopo la libera pratica e la verifica della relazione possono iniziare le operazioni commerciali. Altri doveri sono:
 - 1) presentare la lettera di prontezza (Notice to Rediness);
 - 2) mandare i membri dell'equipaggio che ne hanno fatto richiesta a visita medica;
 - 3) chiedere la convocazione della commissione per la visita alla nave per certificati scaduti;
 - 4) presentare il Ruolo in Capitaneria;
- f) si rassicura che almeno 1/3 dell'equipaggio sia presente a bordo per un eventuale manovra di emergenza.

1.3. Doveri alla partenza

- a) Accertarsi della stabilità e del Bordo Libero della nave;
- b) accertarsi che tutti i documenti siano in corso di validità;
- c) accertarsi che la tabella di armamento si rispettata;
- d) che siano state caricate le giuste provviste;
- e) che ci siano tutte le carte e le pubblicazioni riguardanti la navigazione da effettuare;
- f) ritirare dalla Dogana il manifesto di partenza ed il permesso di partenza;
- g) compilare e presentare la dichiarazione integrativa di partenza; inoltre accertarsi che siano stati pagati i diritti portuali ed eventuali cauzioni richieste dall'Autorità Marittima o Consolare per

norme di legge. La dichiarazione integrativa non è altro che una dichiarazione nella quale il comandante afferma di avere controllato tutto ciò che è inerente alla sicurezza e alla vita della nave e sulla sua responsabilità attesta che la nave è pronta a partire;

h) ritirare il ruolo.

1.4. Doveri in navigazione

Il Comandante è capo della spedizione e della comunità viaggiante. Sotto la propria veste egli deve:

- a)* dare consegne giornaliere;
- b)* essere presente sul ponte in caso di cattivo tempo o visibilità limitata;
- c)* effettuare le esercitazioni previste;
- d)* prestare soccorso alle navi in pericolo;
- e)* contrarre obbligazioni per la sicurezza della nave;
- f)* far tenere aggiornata l'idrografia.

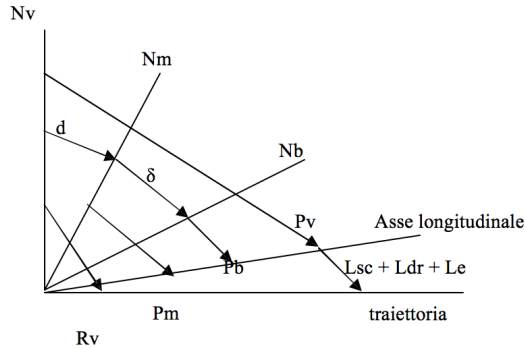
In qualità di capo della comunità viaggiante le leggi gli conferiscono poteri di ufficiale di stato civile, ufficiale di polizia giudiziaria e notaio.

Per lo sviluppo della spedizione può sacrificare una parte del carico o parte della nave e, se necessario, può dirigersi verso porti di riparo e far provviste anche contraendo obbligazioni.

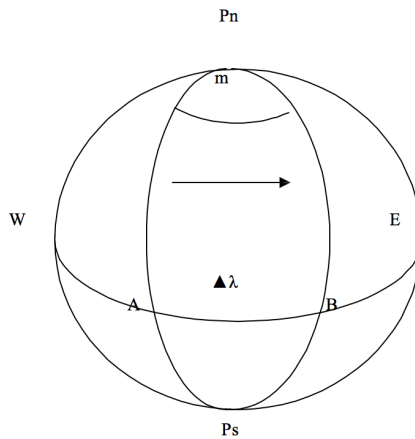
1.5. Navigazione

$$\Delta\lambda = m * \sec\varphi \gggg \Delta\lambda = m \cos\varphi$$

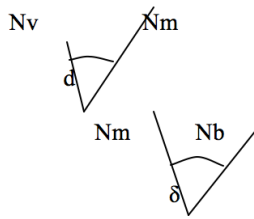
$$m = \Delta\lambda + \cos\varphi$$



Pv = angolo tra NV e l' asse longitudinale della nave
 Pm = angolo tra NM e l' asse longitudinale della nave
 Pb = angolo tra NB e l' asse longitudinale della nave
 Rv = angolo tra NV e la traiettoria seguita dalla nave



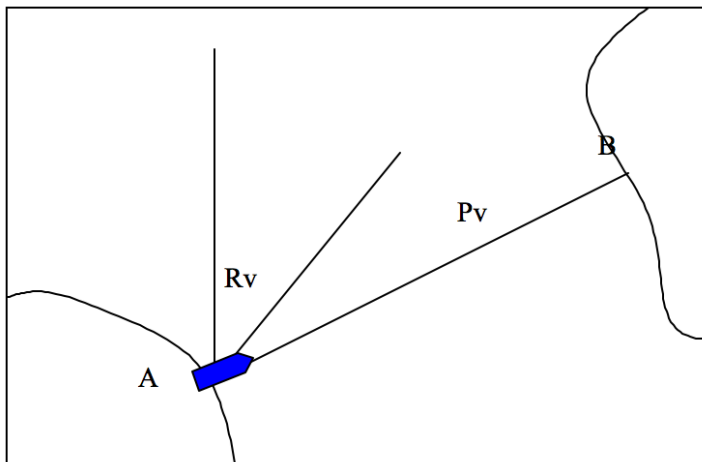
Lsc = angolo di scarroccio dovuto al vento
 Ldr = angolo di deriva dovuto alla corrente
 Le = angolo generato dall'effetto dell'elica



d = declinazione magnetica; varia da luogo a luogo e per lo stesso luogo varia con il tempo.

δ = deviazione magnetica; varia con la prora della nave.

Sia la d che la δ possono essere di segno E o W, o meglio + o -. La d si ricava dalla carta nautica, La δ dalla tabella che si trova a bordo normalmente appesa a paratia nelle vicinanze della bussola.



$$Pv = Pb + \delta + d \quad Pb = Pv - d - \delta >>>>$$

>>>> Formule di correzione e conversione della Prora

$$Pb = Rv - Ldr - Lsc - d - \delta$$

$$\begin{aligned} \text{Es: } Rv &= 60^\circ & d &= 16^\circ W & Lsc &= +2^\circ \\ \delta &= +2^\circ & Ldr &= +5^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rv &= 60^\circ \\ -Ldr &= -5^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rv &= 55^\circ \text{ (Rv superficiale)} \\ -Lsc &= -2^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pv &= 53^\circ \\ -d &= 16^\circ W \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pm &= 69^\circ \\ -\delta &= -2^\circ \end{aligned}$$

$$Pb = 67^\circ$$

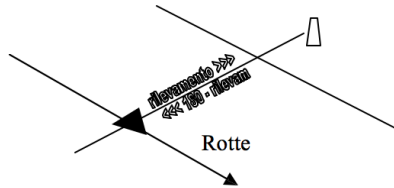
Rilv = è l'angolo compreso fra il Nord e la congiungente nave oggetto. Si misura con lo uno strumento azimutale.

Rilb = è l'angolo compreso fra il Nb e la congiungente nave oggetto. Si misura con lo strumento azimutale. Si misura il Rilb e poi si passa al Rilv con la formula $Rilv = Rilb + \delta + d$

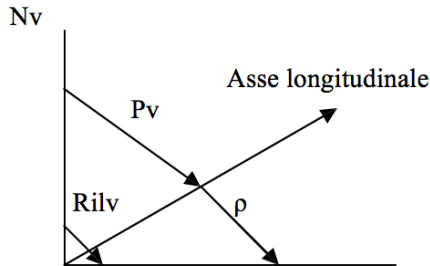
Rilb = 54°	Pb = 25°	Pv = 28°
δ = +5°	d = +4°	ρ = 254°
d = -2°	δ = -1°	
Rilv = 57°	Pv = 28°	Rilv = 282°

Per esempio, con il rilevamento di 60° la nave si trova sulla semi-retta di Rilv. Essa deve partire dal punto della costa osservato e deve

formare con il meridiano dell'oggetto un angolo pari a $180^\circ + \text{Rilv}$ (detto il rilevamento opposto).



ρ = Rilevamento polare, è l'angolo compreso fra l'asse longitudinale della nave e la congiungente nave oggetto. Si misura con il grafometro.



La relazione fra ρ e Rilv è: $\text{Rilv} = \text{Pv} + \rho$.

1.6. Pianificazione del viaggio

Anzitutto si decide se percorrere il cammino lossodromico o ortodromico. Si sceglie in base alla distanza da percorrere, alle coordinate del vertice dell'ortodromia, alle condizioni meteomarine, al reale risparmio di cammino. Un risparmio consistente si ha se il punto di partenza e di arrivo, distano di parecchie miglia (e $\Delta\lambda$ grande) e in oltre se tali punti si trovano nello stesso emisfero con un piccolo $\Delta\varphi$ se tali punti si trovano nello stesso emisfero. Nella scelta della traiettoria più conveniente si consultano anche le PILOTS CHARTS. Su queste carte sono tracciate le rotte consigliate per quel mese per

i vari tipi di nave; inoltre essi forniscono altri elementi meteomarini utili sia per la sicurezza che per una migliore programmazione della traversata. Stabilito il percorso da effettuare si sa il tempo occorrente per la traversata $\Delta t = m/v$ e da questo si calcola il bunker, l'acqua e i viveri necessari per la traversata. Per il Bunkeraggio si deve caricare anche una certa riserva; tale riserva la si stima in maniera diversa alle varie marinerie mondiali e nelle varie società. Per esempio: Alcuni Comandanti, usano imbarcare una riserva del 10% del quantitativo necessario, altri una riserva che copre 2 o 3 giorni di navigazione a velocità di regime. Prima di partire bisogna accertarsi se a bordo vi siano tutte le carte nautiche necessarie per la traversata, sia quelle generali che particolari e i piani nautici; ci si accerta del loro stato di aggiornamento. Esse si sistemano in un cassetto in ordine progressivo e su di esse tracciamo le rotte. Lo stesso per le altre pubblicazioni nautiche, in particolare portolani, Fog-List, Tavole di Marea, Guide to Porty Entry, Ships Routeing contenenti schede di operazioni di traffico e Deep Water Route, cioè rotte che dovrebbero seguire navi con grande pescaggio. Importante è anche avere uno strumento di navigazione preciso (GPS e ENC), poiché se si vuol seguire uno schema di separazione del traffico specialmente in nord Europa, è opportuno ricordare che mai bisogna invadere la "corsia" opposta o entrarne ed uscirne senza motivo. Per questo è importante avere la posizione con un buon grado di precisione (con eventuali riscontri). Prevedendo la visibilità limitata è necessario accertarsi che alla partenza i radar siano perfettamente funzionanti e quando capita effettivamente nebbia il Comandante deve stare sul ponte, deve mettere i segnali sonori regolamentari, se necessario si lascia una guardia a prua pronta a dar fondo. Se si è costretti ad entrare ed uscire per approdare in un porto intermedio, l'entrata e l'uscita si devono eseguire con un piccolo angolo; invece se si deve attraversare lo schema conviene farlo ad angolo retto per diminuire il tempo di attraversamento. Nei luoghi ove vi sono effetti di marea bisogna aver notizie sull'escursione di marea e magari si può sfruttare la corrente di marea. Da tener presente che le correnti di marea in mare aperto più comuni sono quelle così dette rotatorie: in altre parole si ha una buona corrente con la massima velocità in una determinata direzione nell'ora dell'alta marea, tale corrente di-

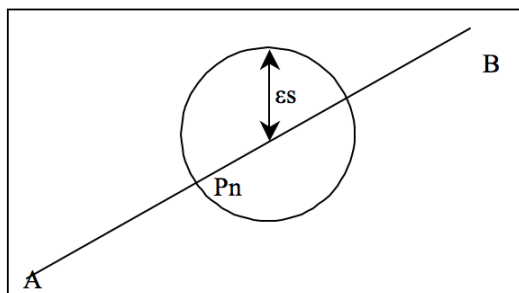
minuisce la sua azione cambiando anche direzione e azzerandosi a metà marea. Continuando a girare, la velocità riprende ma in senso opposto assumendo il massimo valore nella bassa marea. Invece nei canali e negli stretti si ha il cosiddetto regime di inversione, cioè la corrente assume soltanto due direzioni: entrata ed uscita. In questo regime la corrente è pressoché nulla nelle ore di stanca (ore di alta marea e bassa marea) mentre assume il massimo valore a metà marea (es. canale di Taranto, St. di Messina, e canale S. Marco).

Importante avere a bordo le tavole di marea Inglesi o Americane che sono pubblicate in tre volumi e riprendono tutti i porti del mondo.

1.7. Navigazione stimata e rilevata

È la navigazione che si effettua con la stima della rotta e della velocità. In altre parole non abbiamo l'esigenza di trovare spesso la posizione della nave; questa posizione viene trovata supponendo la nave ha R_v e V costante; il punto che si ottiene si chiama Punto Stimato.

L'errore che generalmente viene commesso sulla rotta varia tra $+ 2^\circ$ e $+ 4^\circ$, mentre sul cammino si commette un errore di $\pm 1/20$ di M o $\pm 1/10$ di M . Questi errori (su rotta e cammino) comportano un errore sul punto stimato di circa $1/17 M$. In altre parole la nave si trova con molta probabilità in un cerchio avente per centro il P_s e per raggio l'errore di stima.



L'errore di stima è ϵs $1/17$ di M ; il punto nave si troverà all'interno P_n della circonferenza.

Ecco quindi l'esigenza di trovare il Pn anche attraverso misure su oggetti rilevati sulla costa, su astri o con misure radioelettriche (navigazione rilevata). Il punto nave rilevato è anche esso affetto da errore ma generalmente molto minore e, cosa ancora più importante, questo errore è indipendente dal cammino percorso dalla nave.

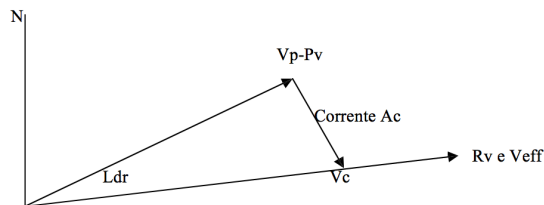
1.8. Problema delle correnti

Esempi:

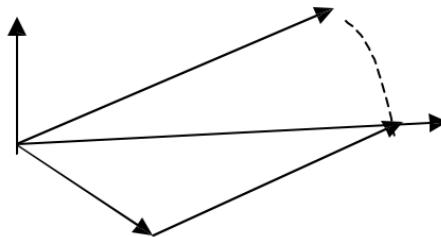
$$\left. \begin{array}{ll} P_v; V_p; & P_v, V_p \\ R_v; V_{eff}; & \\ Ac; V_c & Ac, V_c \end{array} \right\} R_v, V_{eff}$$

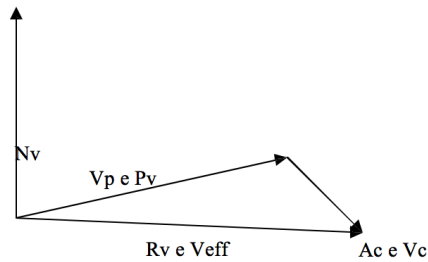
Dati quattro elementi, trovare gli altri due. Nel risolvere questo problema dobbiamo costruire il triangolo delle velocità, tenendo presente che la V_{eff} è la risultante di V_p e V_c .

Vari casi: Dati P_v, V_p, Ac, V_c . Trovare R_v e V_{eff} . (se i problemi sono risolti sul quaderno bisogna stabilire una scala; per es 2 quadretti = 1 M)



Il caso più importante è questo: Dati R_v, V_p, Ac, V_c , determinare V_{eff} e P_v .



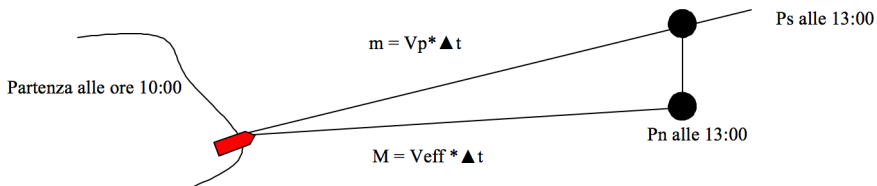


Altro caso: Dati P_v , V_p , R_v , V_{eff} determinare A_c e V_c

Con apertura di compasso A_c pari a V_p si centra sulla cuspide di V_c e si interseca la R_v . Si ottiene così l'altro vertice del triangolo.

Questo caso nella pratica si presenta in un altro modo: Supponiamo che alle 13:00 si fa un punto stimato e un punto nave. Per trovare gli elementi della corrente si fa così: 1) A_c è la differenza che va da P_s a P_n 2) La V_c si ottiene da:

$$V_c = (P_s * P_n) / \Delta t$$



1.9. Lossodromia

La lossodromia è quella curva della sfera terrestre che forma angoli costanti con i meridiani. Essa è rettificata sulla carta di Mercatore.

L'equazione della lossodromia è quella relazione che lega i parametri della curva con le coordinate φ e λ di un punto qualsiasi di essa. I parametri della lossodromia sono: la R_v e la longitudine del nodo λ_n .

L'equazione della lossodromia è:

$$\Delta\lambda = (m * \sin Rv) / \cos \varphi m$$

φm è una latitudine media data dalla compensazione della latitudine crescente; essa rappresenta sulla carta di Mercatore la distanza in primi che va dall'equatore fino al parallelo del punto.

PRIMO problema della lossodromia:

$$\Delta\varphi = m * \cos R$$

$$\Delta\lambda = (m * \sin Rv) / \cos \varphi m$$

Date le coordinate di partenza, rotta e cammino determinare le coordinate di arrivo:

$$\varphi b = \varphi a + \Delta\varphi$$

$$\lambda b = \lambda a + \Delta\lambda$$

SECONDO problema della lossodromia:

date le coordinate di arrivo e partenza trovare rotta e cammino:

$$\tan R = (\Delta\lambda * \cos \varphi m) / \Delta\varphi$$

$$m = \Delta\varphi / \cos Rq$$

Casi particolari della lossodromia:

Se si naviga per 90° o 270° il nostro cammino è uguale a $\Delta\lambda = \lambda b - \lambda a$. Analogamente anche per 0° 180° il nostro cammino sarà uguale a $\Delta\varphi = \varphi b - \varphi a$.

In ogni traversata, il consumo giornaliero viene così calcolato:

consumo giornaliero >>>

>>> giorni di navigazione * autonomia * $24^h = h$ di autonomia

>>> h di autonomia * velocità effettiva = autonomia (espressa in M)

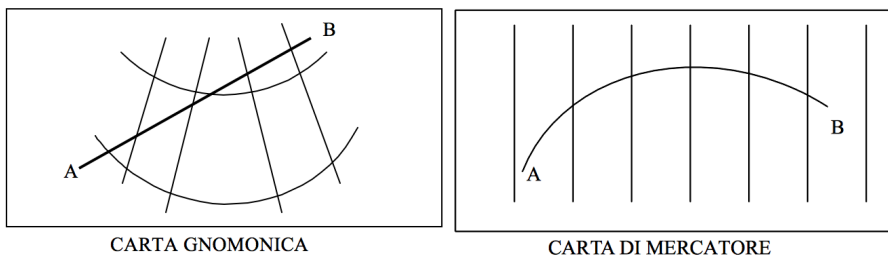
Il Miglio marino (M) è pari a 1852 m, come stabilisce la Convenzione Internazionale del 1929; storicamente era ottenuto dividendo la lunghezza dell'equatore (40.000 Km come il metro) per 21.600 che sono i primi contenuti in un arco di 360° ottenendo circa 1852 m che si riferisce alla grandezza dei primi di arco terrestre.

Solo all'equatore un primo di φ è uguale ad un primo di λ , per altri paralleli la differenza si chiama "allontanamento" (μ).

1.10. Ortodromia

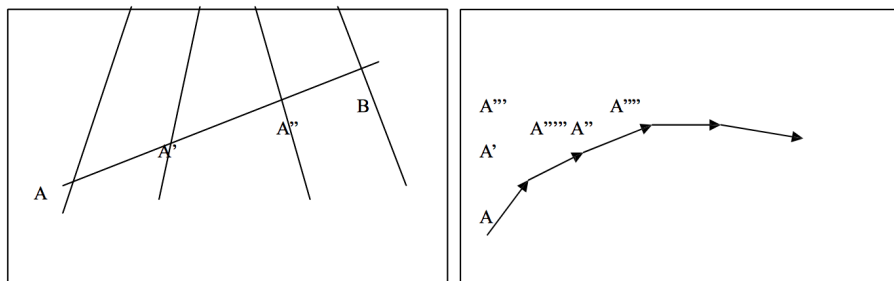
L'ortodromia è l'arco di circolo massimo, passante per due punti, e rappresenta anche la distanza più breve fra due punti. L'ortodromia non si può seguire fedelmente in quanto bisognerebbe continuamente cambiare la rotta. Un grosso inconveniente dell'ortodromia è che essa può spingersi a latitudini molto elevate dove è più facile incontrare cattivo tempo, terra o iceberg. I punti più elevati in latitudine si chiamano vertici e essi sono diametralmente opposti. Se il vertice capita internamente al tratto che bisogna seguire e se esso ha una latitudine troppo elevata si può ricorrere alla navigazione mista.

L'incontro dell'ortodromia con l'equatore da origine a due punti anch'essi diametralmente opposti, essi prendono il nome di Nodo. L'ortodromia è rettificata sulla carta Gnomonica. Invece sulla carta di Mercatore l'ortodromia è rappresentata come un curva che volge la concavità sempre verso l'equatore.



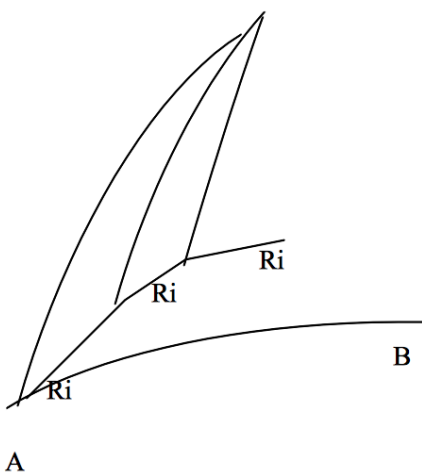
L'ortodromia si segue sempre con una serie più o meno fitta di spezzate lossodromiche. Si scelgono diversi punti sull'arco di ortodro-

mia con un certo criterio (punti equidistanti in $\Delta\lambda$) e si seguono i tratti di lossodromia che uniscono tali punti.



CARTA GONIOMETRICA

Altro metodo usato è quello delle successive rotte iniziali. Ragionando sulla carta di Mercatore.



Con Ri si percorre una lossodromia per alcune ore di navigazione. Quindi si ricalcola la nuova Ri per il porto di arrivo e si procede con la nuova lossodromia per alcune ore; si ripetono le operazioni fino al porto d'arrivo.

Si considerano in definitiva varie ortodromie da congiungere tra il punto in cui si trova la nave e il punto di arrivo.