

# INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEGLI ERRORI IN CAMPO NAVALE

## Generalità

Gli errori si possono classificare in due tipologie: gli ERRORI SISTEMATICI o costanti e gli ERRORI ACCIDENTALI. In generale gli errori non sono determinabili, ma si possono stimare, cioè quantificare nel loro ordine di grandezza. Va inoltre osservato che gli errori sistematici sono detti anche errori costanti in quanto si ripetono allo stesso modo in ogni misura, mentre gli errori accidentali cambiano ogni misura. Tanto per fare un esempio, che però non vuole essere assolutamente vincolante, uno strumento con un difetto di taratura nella scala definisce ad ogni lettura un errore che è sempre lo stesso. Similmente leggere male uno strumento, per un errore di postura, definisce, similmente, un errore sistematico.

Leggere invece, per distrazione, un "69" per un "96" definisce invece un errore accidentale, in quanto è molto probabile che, in una seconda misura della stessa grandezza, tale errore non si ripeta o, se dovesse ripetersi, non si ripeterà allo stesso modo.

Si può pertanto concludere che mentre il segno degli errori sistematici è sempre lo stesso, quindi è sempre positivo (+) o negativo (-), quello degli errori accidentali può cambiare ad ogni misura (+ oppure -).

Quest'ultimo aspetto è molto importante in quanto consente, attraverso opportuni accorgimenti di non dovermi preoccupare mai dell'errore sistematico, ma solo di quello accidentale, che pertanto andrebbe sempre stimato. L'errore sistematico, infatti, si può eliminare, quello accidentale no.

## La determinazione del punto osservato come necessità per ridurre l'errore associato al posizionamento della nave

Nel momento stesso in cui una nave lascia la banchina presso cui era ormeggiata la sua posizione non è più certa, ma risulta affetta da errori. Per contro, le dimensioni della nave consentono di trascurare in prima istanza questo aspetto, a meno di non dovere attraversare aree pericolose per la navigazione.

Non a caso in fase di arrivo o di partenza, ci si avvale della presenza del pilota, a bordo, una persona esperta del porto e delle sue caratteristiche, che agevola il Comandante alle manovre laddove i margini di errore sono veramente limitati.

In ogni caso gli elementi che impone l'ufficiale in plancia, al fine di effettuare una certa traversata sono i seguenti:

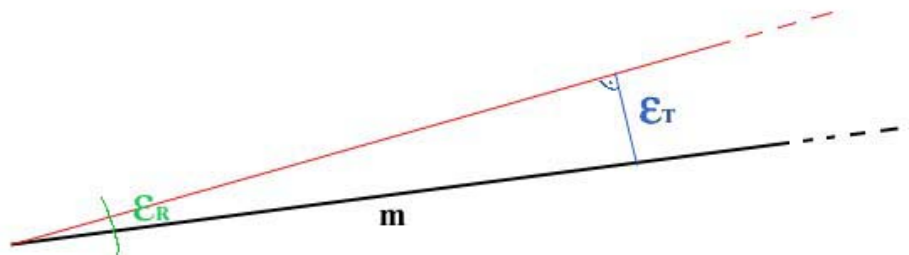
- 1] Rotta
- 2] Velocità

Evidentemente, ad entrambi potrà essere associato un errore che definiamo errore  $\epsilon_R$  per la rotta ed  $\epsilon_V$  per la velocità. La presenza di un'incertezza sulla velocità definisce automaticamente un'incertezza sul cammino percorso che definiremo pertanto "errore sul cammino"  $\epsilon_m$ .

Aiutandoci con il seguente disegno vediamo che, man mano che la nave si allontana dal punto di partenza, considerato il solo errore sulla rotta, aumenta sempre più l'errore trasversale ( $\epsilon_T$ ), che definisce l'allontanamento trasversale della nave rispetto alla rotta che si intendeva realmente seguire.

Tale allontanamento è valutabile

per tramite di semplici considerazioni trigonometriche. Risulta infatti facilmente verificabile che:



$$\epsilon_T = m \sin \epsilon_R$$

$$\epsilon_T \approx m \epsilon_R \sin 1^\circ$$

$$\epsilon_T \approx m \epsilon_R^\circ / 60$$

↓

$$\boxed{\epsilon_T = m \epsilon_R^\circ / 60}$$

Sapendo che:

$$v = m/\Delta t \Rightarrow m = v \Delta t$$

è possibile riscrivere l'errore trasversale in termini di velocità e scoprire la dipendenza di quest'ultimo dal tempo, secondo una dipendenza di proporzionalità diretta.

$$\epsilon_T = m \epsilon_R^\circ / 60 = v \Delta t \epsilon_R^\circ / 60$$

↓

$$\epsilon_T \approx t$$

Passando all'errore sul cammino possiamo osservare che, anche in questo caso si giunge ad una conclusione analoga e cioè che l'errore sul cammino è proporzionale al tempo. Si ha, infatti, che:

$$m = v \Delta t = (v + \epsilon_V) \Delta t = v \Delta t + \epsilon_V \Delta t$$

$$m = m_{\text{VERO}} + \epsilon_m$$

essendo che:

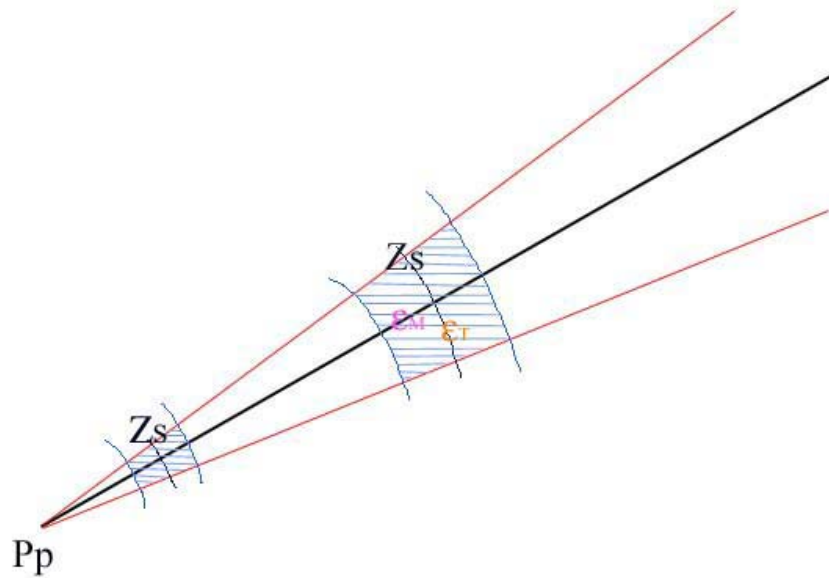
$$\boxed{\epsilon_m = \epsilon_V \Delta t}$$

Considerato che, normalmente, non si conosce il segno dell'errore, ecco che l'errore sulla rotta potrebbe agire indifferentemente verso dritta o verso sinistra. Similmente l'errore sulla velocità potrebbe comportare una velocità maggiore o minore con la conseguenza di aver percorso un cammino maggiore o minore rispetto a quello atteso.

Per questa ragione attorno al punto stimato va sempre tenuto conto dell'esistenza della cosiddetta AREA DI INCERTEZZA.

## INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEGLI ERRORI IN CAMPO NAVALE

Dalle considerazioni ora introdotte è facile osservare che l'area di incertezza cresce con il quadrato del tempo, come peraltro è già intuibile, osservando la figura seguente, essendo l'area del rettangolo definita a partire da l prodotto di due grandezza che sono funzione lineare del tempo: l'errore trasversale e quello sul cammino.



### Area di Incertezza $\approx t^2$

In definitiva possiamo affermare che con il passare del tempo e velocemente, il punto stimato perde di significato. E' pertanto necessario procedere alla determinazione di un punto nave allo scopo di "riportare nei ranghi" l'area di incertezza.

Si ricordi che anche l'osservazione di un punto notevole (per esempio un punto sulla costa, una stella, ecc.) è a sua volta affetta da errori, cosicché anche il punto nave (punto osservato) si trova all'interno di un'area di incertezza.

### Come si elimina l'errore sistematico

Come abbiamo precedentemente detto, l'errore sistematico in virtù del fatto di avere segno e valore costanti, può essere eliminato.

Questo aspetto è di grande importanza quando si è costretti a procedere in aree ove è possibile sbagliare veramente di poco (per esempio in presenza di secche).

In tal caso, alcune costruzioni matematiche ci vengono incontro in quanto eliminano tale errore. La determinazione del punto nave per mezzo del cerchio capace ne costituisce un valido esempio.

Infatti, nel calcolare l'angolo orizzontale tra i primi due punti notevoli rilevati ( $Ril_A$  e  $Ril_B$ ), il famoso  $\alpha$ , ottenuto dalla differenza dei rilevamenti:

$$\alpha = Ril_B - Ril_A$$

quasi senza volerlo eliminiamo l'errore sistematico. Infatti, poiché le misure dei rilevamenti sono affette da errori sistematici ( $E_{SIST}$ ) ed accidentali ( $E_{ACC}$ ) essi saranno in realtà esprimibili nel seguente modo:

$$Ril_A = Ril_A^{ESATTO} + E_{SIST} + E_{ACC}^A$$

$$Ril_B = Ril_B^{ESATTO} + E_{SIST} + E_{ACC}^B$$

Quando però calcoliamo  $\alpha$ , risulta che:

$$\begin{aligned} \alpha &= Ril_B - Ril_A \\ \alpha &= (Ril_B^{ESATTO} + E_{SIST} + E_{ACC}^B) - (Ril_A^{ESATTO} + E_{SIST} + E_{ACC}^A) \\ \alpha &= Ril_B^{ESATTO} + E_{SIST} + E_{ACC}^B - Ril_A^{ESATTO} - E_{SIST} - E_{ACC}^A \end{aligned}$$

Semplificando resta che:

$$\alpha = Ril_B^{ESATTO} + E_{ACC}^B - Ril_A^{ESATTO} - E_{ACC}^A$$

Ovviamente, a causa dell'incertezza sul segno, nulla si può dire in merito all'errore accidentale, nel senso che esso, con questa operazione potrebbe essersi ridotto (se, nelle due misure, entrambi avevano lo stesso segno) oppure essere addirittura aumentato (se, nelle due misure, avevano segni diversi).

### Riferimenti Bibliografici

- ❑ Istituto Idrografico della Marina "Manuale dell'Ufficiale di Rotta"
- ❑ Nicoli "Navigazione Tradizionale" Ed. Quaderni marinari
- ❑ Rizzo "Navigazione di Base" Ed. Ferrari