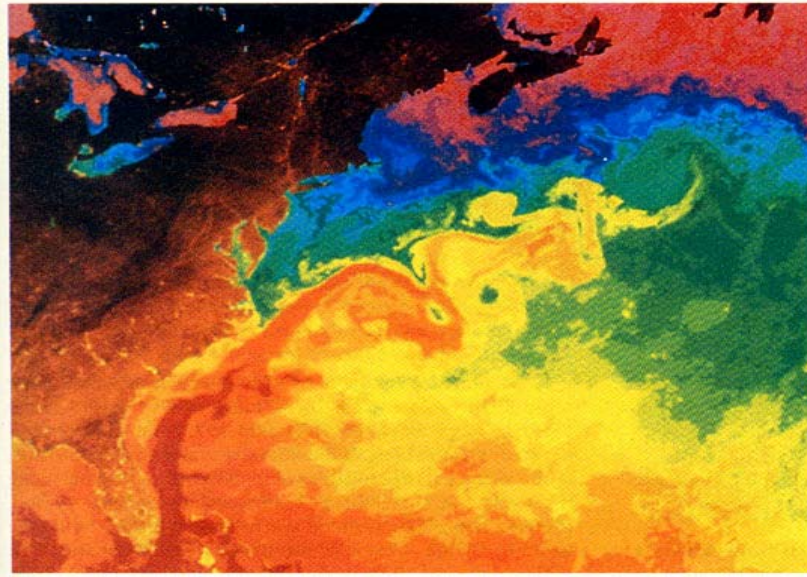


## CORRENTI

### Generalità

Le correnti marine costituiscono assieme alle onde ed alle maree, l'insieme dei movimenti cui è soggetto il mare. Sono definite da spostamenti orizzontali di grandi masse d'acqua animate da un lento moto continuo e generate da diversi fattori; primo fra questi è la tendenza delle acque a ristabilire l'equilibrio idrostatico turbato dalla diversità di riscaldamento solare alle varie latitudini, che ne modifica la temperatura, la salinità e quindi la densità; un altro fattore primario per l'azione di



trascinamento delle correnti è la rotazione della Terra, che determina i sensi di circolazione delle masse acquee. La circolazione presenta una certa simmetria nei due emisferi.

Fattori ausiliari al moto delle correnti marine sono le differenze della pressione atmosferica (che, dove è più elevata, produce un vero e proprio abbassamento del livello delle acque) e, negli stretti che mettono in comunicazione oceani o mari aperti con mari interni, le differenze di densità delle acque e i flussi delle maree.

Le cause che possono dar luogo ad una corrente sono identificabili in:

1. azione del vento (correnti di deriva)
2. differenze nelle proprietà chimico fisiche dell'acqua di mari adiacenti, ovvero esistenza di gradienti (correnti termoaline o di gradiente)
3. azione delle maree (correnti di marea).

Fig. 1 L'effetto termico definito dalla corrente del Golfo.

I parametri identificativi di una corrente sono gli stessi del vento e cioè:

- Direzione (ma, differenza del vento, si considera la direzione verso cui la corrente si sposta)
- Velocità (espressa in nodi)

Gli elementi che invece concorrono a modificare ovvero ad influenzare l'andamento di una corrente, una volta che essa si è stabilita, sono identificabili in:

1. Attrito
  - 1.1. Interno (in funzione della viscosità)
  - 1.2. Esterno (per esempio, in relazione alle caratteristiche del fondale)
2. Forza di Coriolis
3. Caratteristiche del luogo
  - 3.1. Conformazione del bacino
  - 3.2. Profondità del mare

Sono infine elementi tipici, identificativi di una determinata corrente, i seguenti parametri:

1. Temperatura
  - 1.1. Calda (per esempio la corrente del Golfo)
  - 1.2. Fredda (si pensi alla corrente del Labrador)
2. Profondità
  - 2.1. Superficie
  - 2.2. Fondo

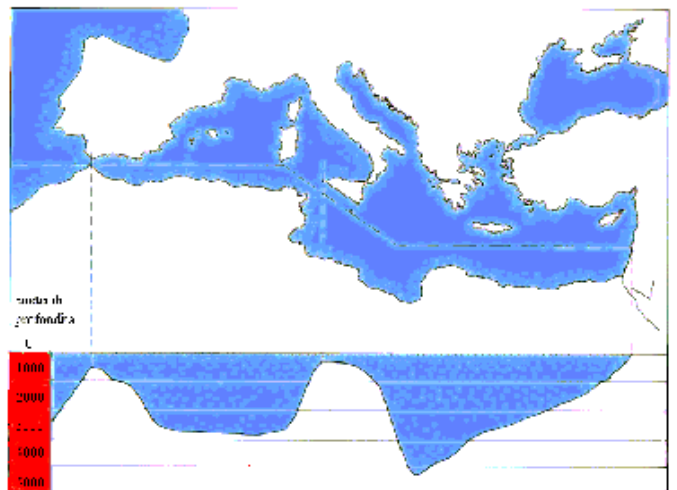


Fig. 2 Soglia di Gibilterra.

Si pensi per esempio al meccanismo che definisce il ricambio delle acque tra mare Mediterraneo ed oceano Atlantico in corrispondenza dello stretto di Gibilterra, caratterizzato da una soglia (Soglia di Gibilterra) in corrispondenza della quale sono identificabili una corrente di superficie (verso il Mediterraneo) ed una corrente di fondo (verso l'Atlantico). Questo procedimento fa sì che le acque del Mediterraneo siano più calde di quelle dell'Atlantico. Nel mare Mediterraneo la temperatura, anche a profondità di 4000-5000 metri, non scende al di sotto dei 12-13°C, questo perché lo stretto di Gibilterra forma una soglia alla profondità di circa 300 metri, che lascia entrare le correnti calde superficiali e fa uscire, con le correnti di fondo, le acque fredde.

3. Variabilità
  - 3.1. Periodiche (correnti di marea)
  - 3.2. Permanenti (per esempio la corrente del Golfo)
  - 3.3. Stagionali (si pensi alle correnti monsoniche)

## CORRENTI

3.4. Irregolari (si considerino per esempio le correnti che si formano a causa delle perturbazioni extra tropicali)

Le informazioni sulle correnti possono essere ricavate a partire dalla consultazione delle pubblicazioni nautiche quali le "Pilot Charts", i "Portolani", le carte nautiche, gli atlanti delle correnti. Queste pubblicazioni riportano in modo vettoriale i valori di direzione ed intensità della corrente prevalente in un particolare determinato punto, oppure, attraverso le "rose di corrente", riportano per più punti la frequenza e la velocità della corrente per un certo numero di direzioni.

### Misura degli elementi di una corrente

La determinazione degli elementi di una corrente può avvenire attraverso misure:

1. Dirette

1.1. Sistema Lagrangiano: si suppone di seguire il movimento di una particella di acqua nel tempo ( $x, t$ ); in pratica, non si fa altro che misurare la distanza percorsa da un oggetto alla deriva nel tempo, risalendo così alla sua direzione e velocità. La determinazione degli elementi di una corrente ( $R_c, V_c$ ) a bordo viene effettuata proprio in questo modo.

1.2. Sistema Euleriano: si misura il flusso di acqua che attraversa una sezione (oppure un punto fisso) di fluido nel tempo ( $x, t$ ). Per fare ciò, si sistema un sensore (elica, tubo di Pitot...), il quale, investito dalla corrente, consente la determinazione della direzione e dell'intensità della stessa.

2. Indirette: si risale ai parametri della corrente estrapolandola da relazioni di dipendenza nota da altri parametri fisici.

### Tipi di correnti

- Come già accennato esistono tre tipi di correnti:
1. correnti di Deriva
  2. correnti termoline o di gradiente
  3. correnti di marea

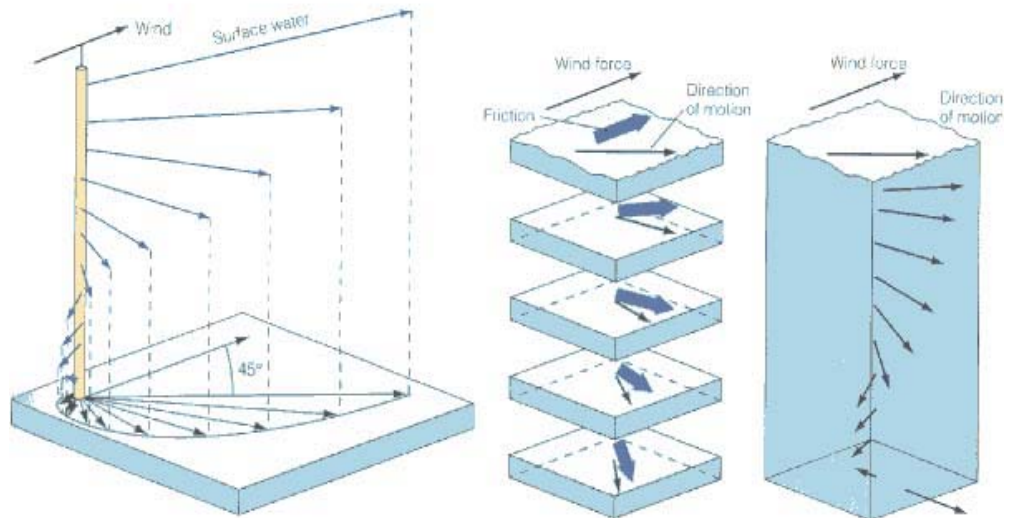
Le correnti di deriva sono prodotte dall'azione del vento sulla superficie del mare. Questo movimento viene trasmesso agli strati inferiori del liquido, ma si smorza rapidamente, con andamento esponenziale ( $e^{-x}$ ), per effetto delle modifiche delle caratteristiche chimico fisiche dell'acqua che dipendono dalla profondità, come per esempio l'attrito interno.

L'andamento della corrente di deriva in funzione della profondità è ben rappresentato dalla spirale di Ekman. Immaginando che la massa di acqua sia una successione di strati, si realizza che lo strato superficiale si muove con una direzione che forma un angolo di circa  $45^\circ$  rispetto

alla direzione del vento di superficie, mentre gli strati immediatamente inferiori si muovono con direzioni che, nell'emisfero boreale, vanno ad aumentare angolarmente (per effetto della forza di Coriolis sono deviate verso destra), riducendosi contestualmente in intensità.

La direzione netta di spostamento della massa di acqua risulta essere compresa tra  $45^\circ$  e  $90^\circ$  rispetto alla direzione del vento di superficie.

Il processo è evidentemente influenzato dall'intensità del vento oltre che dalla latitudine e di norma non supera i 100 metri di profondità.



**Fig. 3** La spirale di Ekman.

La velocità della corrente di deriva dipende principalmente dall'intensità e dalla durata del vento. Per una profondità di circa 6 metri, con un regime di vento superiore ai 10 nodi, è possibile operare una stima dell'intensità della corrente attraverso la formula semi empirica di Ekman:

$$V_c = 0,0127V/(\text{sen } \varphi)^{1/2}$$

Dove  $V_c$  esprime la velocità della corrente e  $V$  la velocità del vento di superficie.

Le correnti termoline o di gradiente sono causate dalla differenza di densità dell'acqua, da differenze di temperatura o di salinità.

La superficie del liquido si abbassa laddove l'acqua è più densa (in quanto più pesante), provocando in questo modo un flusso di acqua dalle zone dove questa è meno densa (e quindi più leggera).

Anche queste correnti sono soggette agli effetti della forza di Coriolis.

Lo spostamento dell'acqua dovuto al processo di marea costituisce la corrente di marea, a carattere periodico, le cui caratteristiche sono definite sia dall'ampiezza della marea che dalla conformazione dei bacini d'acqua interessati dal fenomeno. Tali correnti possono presentare carattere diurno, semidiurno o misto e sono prevedibili con ampio anticipo; non a caso vengono riportate nelle "Tavole di Marea", nei "Portolani"...

## CORRENTI

Le correnti di marea si possono distinguere in correnti rotatorie (tipiche nel mare aperto con elevato fondale, laddove le masse di acqua non incontrano ostacoli e sono prive di una direzione privilegiata) e correnti lineari. Queste ultime si distinguono a loro volta in correnti di flusso e correnti di riflusso, si manifestano in prossimità delle coste, in presenza di fondali modesti, quando la corrente di marea perde il carattere rotatorio. Le correnti di flusso e di riflusso possono essere intervallate da una marea di stanca.

La velocità della corrente varia da zero ad un massimo che viene raggiunto in un periodo intermedio tra due successive fasi di stanca. Le direzioni nella fase di flusso e di riflusso sono approssimativamente opposte.

La presenza di particolari conformazioni della costa e dei fondali può infine determinare dei ritardi nei processi precedentemente citati, come per le maree.

### Circolazione degli oceani

La circolazione è simmetrica nei due emisferi: dall'equatore si muovono due correnti calde, equatoriale nord e sud, dirette da Est verso Ovest e sospinte dagli alisei, le quali incontrando le coste dei continenti si flettono verso le latitudini superiori lambendole e cedendo loro man mano grandi quantità di calore che ne influenzano il clima. Le loro acque si mescolano progressivamente alle masse fredde e, per compensazione, ritornano verso l'equatore (correnti di ritorno), lambendo altre coste continentali ed influenzandone il clima, con abbassamento della temperatura media.

Di seguito e in figura vengono riportate le principali correnti oceaniche.

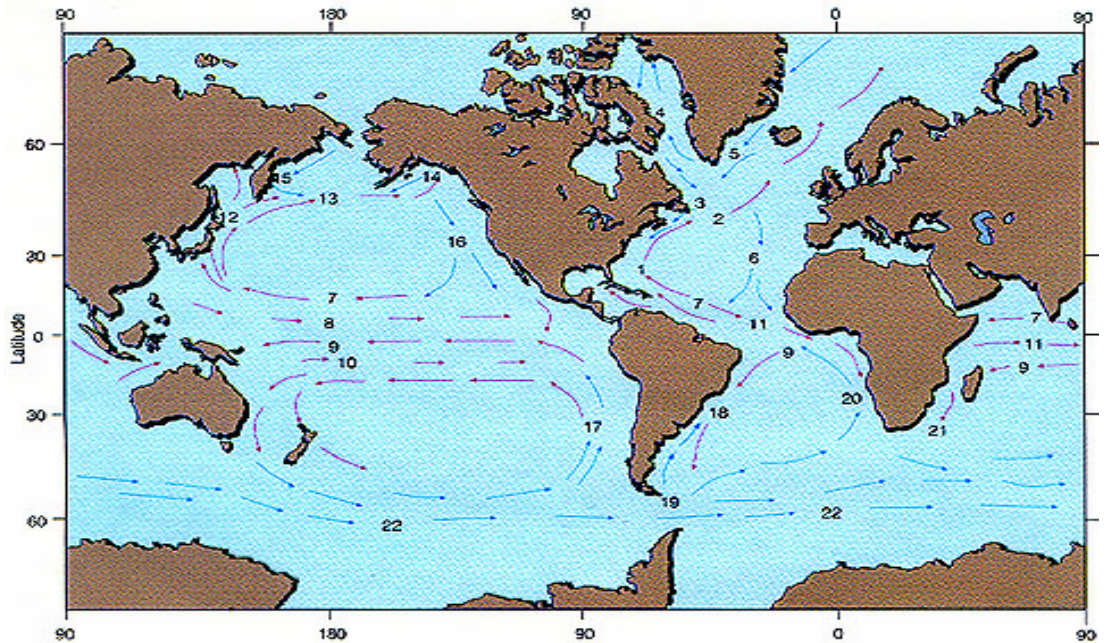


Fig. 4 . Principali correnti oceaniche.

1. Corrente del Golfo	calda	12. Kuroshio	calda
2. Corrente del nord Atlantico	calda	13. Corrente del nord Pacifico	calda
3. Corrente del Labrador	fredda	14. Corrente dell'Alaska	fredda
4. Corrente della Groenlandia occidentale	fredda	15. Oyashio	fredda
5. Corrente della Groenlandia orientale	fredda	16. Corrente della California	fredda
6. Corrente delle Canarie	fredda	17. Corrente del Perù (Humbolt)	fredda
7. Corrente nord equatoriale	calda	18. Corrente del Brasile	calda
8. Contro corrente nord equatoriale	calda	19. Corrente delle Falkland	fredda
9. Corrente sud equatoriale	calda	20. Corrente del Benguela	fredda
10. Contro corrente sud equatoriale	calda	21. Corrente della Agulhas	calda
11. Contro corrente equatoriale	calda	22. Correnti variabili	fredda

### Il fenomeno dell'Upwelling

Il fenomeno dell'Upwelling si realizza quando il vento soffia in direzione parallela alla costa, originando, in base a quanto visto in precedenza riguardo alla spirale di Ekman, un movimento di masse di acqua verso il largo.

Tale fenomeno si manifesta lungo coste, di fronte agli oceani, come per esempio il Portogallo, la California, il Perù ed è correlato con il fenomeno de "El Niño".

L'effetto determinato dallo spostamento delle acque verso il largo è quello di richiamare in superficie acque più fredde in corrispondenza della costa interessata dal processo. Tali acque, raffreddando dal basso l'aria sovrastante, sono responsabili della formazione di nebbia, di una maggiore stabilità e, di conseguenza, dell'assenza di precipitazioni.

## CORRENTI

Il raffreddamento dell'aria definisce inoltre un maggior gradiente termico tra terra e mare che di concretizza in un rinforzo delle brezze.

### Cenni sulle maree

Le maree sono innalzamenti e abbassamenti (flussi e riflussi) delle acque, dovuti all'attrazione esercitata dalla Luna e dal Sole sulle masse oceaniche. L'influenza sulle maree dell'attrazione lunare è molto superiore di quella solare, in quanto, pur essendo la massa del Sole maggiore di quella della Luna, quest'ultima si trova molto più vicina alla Terra (dipendenza dall'inverso del quadrato della distanza).

Quando la Terra, la Luna e il Sole sono allineati, cioè durante le fasi di plenilunio e di novilunio, le forze di attrazione si sommano e producono maree vive, particolarmente accentuate. Al contrario, quando la Terra, la Luna e il Sole sono disposti secondo i vertici di un triangolo rettangolo, cioè durante le fasi di quadratura, si verificano le minime oscillazioni mareali, dette maree morte.

Un'altra forza generatrice delle maree è il movimento di rivoluzione del sistema Terra - Luna intorno al baricentro comune; essa provoca un rigonfiamento degli oceani sul lato della Terra opposto a quello rivolto verso la Luna: questo è il motivo per cui l'alta marea si presenta contemporaneamente in un punto della Terra ed al suo antipode.

Le ampiezze di marea sono estremamente variabili in relazione alle dimensioni e alla morfologia dei bacini oceanici: in talune zone, specialmente dove esistono golfi molto lunghi e stretti, si verificano maree con un'ampiezza superiore ai 10 m (ad esempio in Canada).

Le forze generatrici di marea agiscono anche sulla litosfera, la quale però, essendo più rigida, ne viene influenzata solo minimamente (strumenti molto sensibili possono comunque registrarne le deformazioni). Nell'atmosfera, al contrario, si registrano presumibilmente maree più imponenti di quelle idrosferiche. Di esse si sa poco, perché il limite superiore dell'atmosfera terrestre non è stabilito con precisione.

### Riferimenti Bibliografici

- Barry Chorley "Atmosphere, weather & climate" Ed. Routledge, Londra
- Halliday Resnick Krane "Fondamenti di Fisica" Ed. Ambrosiana
- <http://apollo.lsc.vsc.edu/>
- <http://www.geologi.it/>
- <http://www.nautica.it/info/correnti/medit.htm>
- <http://www.sprl.umich.edu/>
- <http://www-ocean.tamu.edu/~pinckney/251Chap8/slide5.html>
- Istituto Idrografico della Marina "Manuale dell'Ufficiale di Rotta"
- Istituto Idrografico della Marina "Tavole di Marea 199X"
- Mosetti "Fondamenti di Oceanologia e Idrologia" Ed UTET
- Nicoli "Navigazione Tradizionale" Ed. Quaderni Marinari
- Sannino "Meteorologia Nautica" Ed. Italibri
- Stravisi Dispense di "Oceanografia" Università degli Studi di Trieste (<http://www.dst.univ.trieste.it/OM/OM.html>).

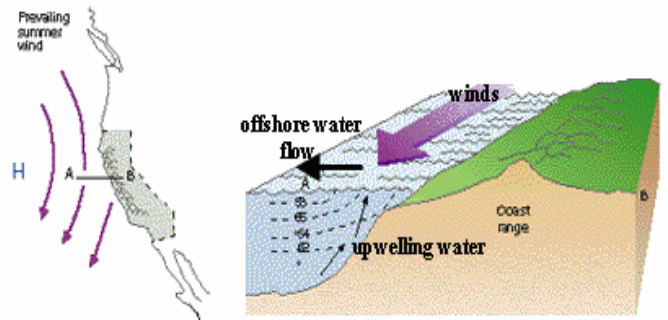


Fig. 5 Il fenomeno dell'Upwelling.

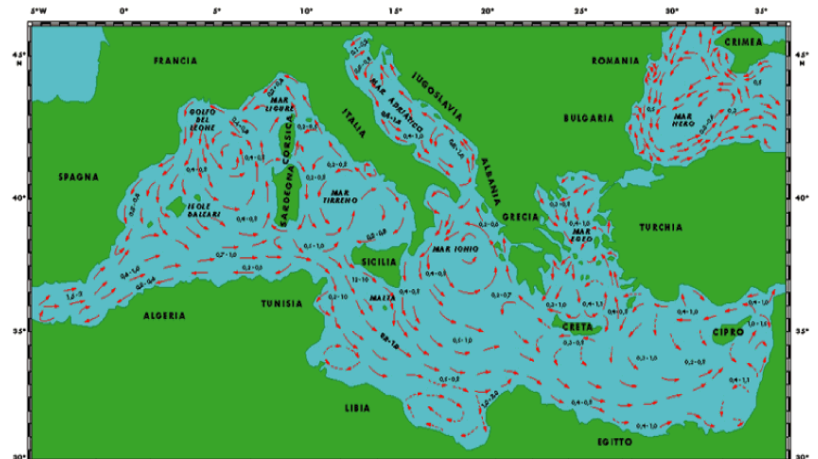


Fig. 6 La circolazione nel Mediterraneo.