

Argomento: La Circolazione Termoalina

Scheda informativa

La **circolazione termoalina** è il movimento globale di masse d'acqua negli oceani. Questa circolazione è regolata da due importanti forze: la differenza di densità dell'acqua e il vento.

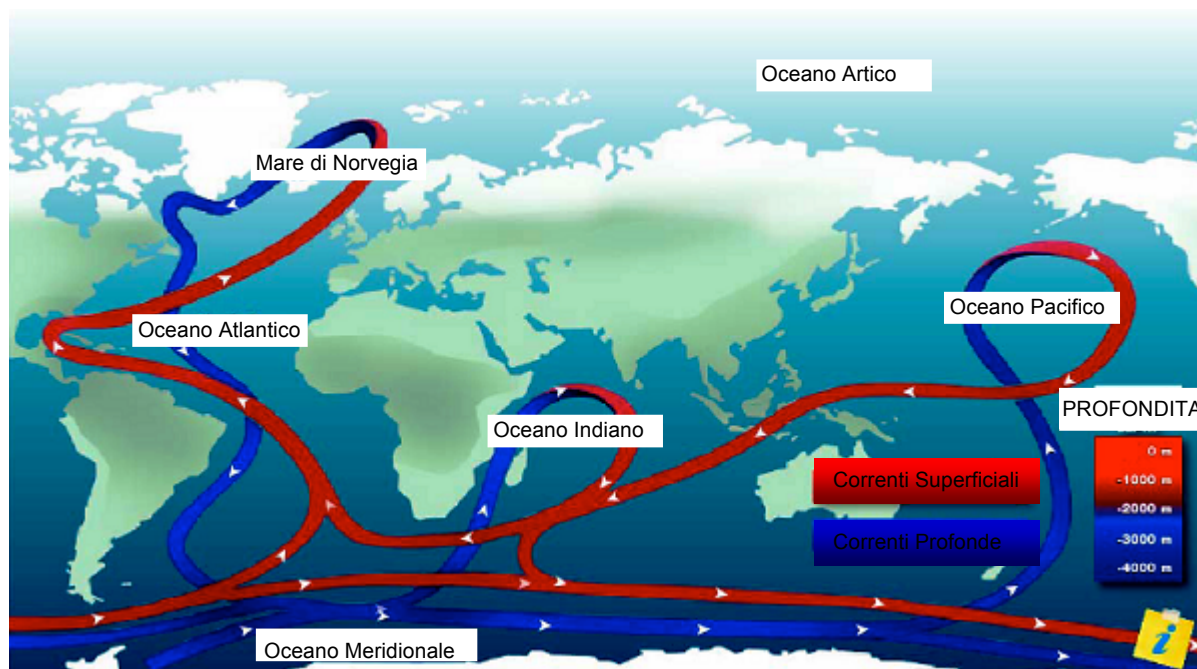


Figura 1: La circolazione termoalina oceanica. Fonte: International Polar Foundation
http://www.educapoles.org/uploads/flashanim_files/cze_base_02_en.swf

La **densità** di una sostanza è la sua massa per unità di volume, ed è espressa dalla formula:

$$\rho = m/V$$

ρ = densità (kg/m³)

m = massa (kg)

V = volume (m³)

Quando un determinato volume contiene molta massa, diciamo che il materiale è ad alta densità (es. cemento). Se un certo volume contiene poca massa, diciamo che la sua densità è bassa (es. aria).

Di solito la densità di una sostanza è specificata ad una determinata **temperatura** e pressione, perché al variare di queste due grandezze anche la densità cambia. Nelle correnti oceaniche la densità è influenzata, oltre che dalla temperatura, anche dalla salinità.

La salinità si esprime in **g/Kg** (grammi di sale per chilogrammo di acqua) o in **psu** (*practical salinity unit*, in cui 1 psu è uguale a 1g di sale per kg di acqua). Quando aggiungiamo del sale all'acqua, i cristalli di sale si dissolvono dando origine a ioni. Gli ioni salini non possono più riassociarsi poiché vengono circondati da molecole di acqua.

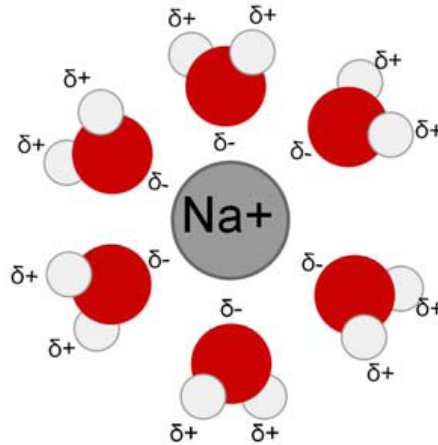


Figura 2: uno ione Na^+ circondato da molecole di acqua.

L'**acqua dolce** ha una salinità inferiore a **1 psu**, mentre la salinità media dell'**acqua marina** è di circa **35 psu** (35g di sale per litro di soluzione, ovvero 35‰).



Esperimento: Densità e Salinità

Scheda descrittiva

Obiettivi

Parte 1: Osserva come la salinità influenza la densità dell'acqua.

Parte 2: Osserva come l'acqua circola negli oceani.

Visualizza il gradiente salino in acqua.

Materiali

Parte 1:

- 1 Densimetro
- 2 Cilindro graduato
- 3 Sale
- 4 Cucchiaio
- 5 Acqua
- 6 Imbuto

Parte 2:

- 1 2 contenitori trasparenti
- 2 Acqua marina (aggiungi due interi cucchiaini di sale a 1 litro di acqua in ebollizione, poi lasciala raffreddare)
- 3 Un cubetto di acqua salata e colorata (prepara un cubetto di ghiaccio con acqua salata e poche gocce di colorante per alimenti)
- 4 Un cubetto di ghiaccio colorato con acqua dolce (prepara un cubetto di ghiaccio con acqua del rubinetto e poche gocce di colorante per alimenti)

Al lavoro!

- 1 Cerca di indovinare come il grado di salinità influenza la densità dell'acqua. Formula la tua ipotesi scientifica e scrivila sulla scheda di lavoro.

Parte 1:

1. Riempi il cilindro graduato con acqua dolce.
2. Inserisci il densimetro in acqua, misura la densità e prendine nota. Usa la scala di peso specifico per questa parte.
3. Aggiungi 15g di sale (1 cucchiaio) all'acqua. Usa l'imbutto per questa operazione. Mescola bene in modo da dissolvere tutto il sale.
4. Misura la densità e annotala sulla scheda di lavoro.
5. Aggiungi altri 15g di sale, come sopra, e scrivi di nuovo la densità così ottenuta.

Parte 2:

- 1 Riempi i recipienti con acqua di mare.
- 2 Aggiungi i cubetti di ghiaccio di acqua dolce e salata nei contenitore ed osserva cosa accade.
- 3 Annota le tue osservazioni sulla scheda di lavoro.
- 4 Analizza i tuoi risultati alla luce delle domande indicate.
- 5 Tira le conclusioni e riassume l'esperimento.
- 6 Prepara il tuo gruppo di ricercatori per una presentazione di fronte alla classe.



Esperimento: Densità e Salinità

Scheda di lavoro

Ipotesi

.....

.....

Parte 1:

Peso del sale (g)	Densità (g/dm ³)
0	
15	
30	

Parte 2: Fai un disegno del movimento dell'acqua in entrambi i contenitori.

Analisi

Quali conclusioni puoi trarre sulla influenza della salinità sulla densità dell'acqua in base ai dati in tabella?

.....
.....
.....

Diverse masse d'acqua circolano nell'oceano. Cosa succede quando due masse di diversa salinità si incontrano nell'oceano? Quale massa d'acqua andrà a fondo e quale in superficie?

.....
.....
.....

Conclusioni

La tua ipotesi era corretta? Se no, spiega perché.

.....
.....
.....

Implicazioni (Risolvi questa parte con gli studenti che hanno svolto l'esperienza "Densità e Temperatura").

.....
.....
.....

Presenta l'esperimento alla classe

- Introduci velocemente l'argomento insieme con gli studenti che hanno partecipato all'esperimento "Densità e Temperatura".
- Formula la tua ipotesi.
- Discuti i materiali e metodi da utilizzare.
- Mostra i tuoi risultati.
- Discuti i tuoi risultati alla luce della analisi fatta in precedenza e presenta le tue conclusioni.



Esperimento: Densità e Salinità

Scheda con le risposte

Ipotesi

Maggiore è la salinità e maggiore è la densità dell'acqua.

Osservazioni

Parte 1:

Peso del sale (g)	Densità (g/dm ³)
0	1000
15	1030
30	1060

Parte 2: Fai un disegno del movimento dell'acqua in entrambi i contenitori.

L'acqua proveniente dal cubetto di acqua salata si sparge lentamente nel contenitore, mentre l'acqua dall'altro cubetto di ghiaccio rimane in superficie.

Analisi

Quali conclusioni puoi trarre sulla influenza della salinità sulla densità dell'acqua in base ai dati in tabella?

La densità aumenta man mano che viene aggiunto il sale. In altre parole, la salinità fa aumentare la densità.

Diverse masse d'acqua circolano nell'oceano. Cosa succede quando due masse di diversa salinità si incontrano nell'oceano? Quale massa d'acqua andrà a fondo e quale in superficie?

La massa d'acqua con la maggiore densità, cioè quella con la salinità maggiore, andrà al di sotto della massa meno densa. Si formerà uno stratificazione.

Conclusioni

La tua ipotesi era corretta? Se no, spiega perché.

Si

Implicazioni

(Risolvi questa parte con gli studenti che hanno svolto l'esperienza "Densità e Salinità").

Sapevi che?

- L'acqua dolce che entra nell'oceano proveniente dai ghiacciai in via di scioglimento può indebolire il sistema di controllo del clima basato sulla circolazione oceanica su larga scala, con conseguenti drammatici effetti sul clima?



Esperimento: Densità e Temperatura

Scheda descrittiva

Obiettivi

Parte 1: Osserva come la temperatura influenza la densità dell'acqua.

Parte 2: Osserva come l'acqua circola negli oceani.

Materiali

Parte 1:

1. Densimetro
2. Cilindro graduato
3. Acqua
4. Bollitore

Parte 2:

1. recipiente trasparente
2. acqua
3. busta da congelatore (da riempire con acqua per ottenere cubetti di ghiaccio)
4. cubetti di ghiaccio in busta oppure elementi raffreddanti
5. lampada
6. colorante

Al lavoro!

Cerca di indovinare se l'acqua fredda (o calda) affonderà oppure si muoverà verso la superficie.

Formula la tua ipotesi e scrivila sulla scheda.

L'esperimento è diviso in due parti. Prima prepara la seconda parte, poi esegui la prima parte e quindi esegui la seconda parte.

Parte 2:

1. Riempi il recipiente per $\frac{3}{4}$ con acqua.
2. Metti la busta con i cubetti di ghiaccio nel recipiente, lungo il lato più corto.
3. Colloca la lampada di fronte al lato opposto del recipiente.
4. Esegui la seconda parte del tuo esperimento, in modo che l'acqua su un lato del contenitore si raffreddi e quella dall'altro lato si scaldi.

Parte 1:

1. Riempi il cilindro graduato con acqua fredda.
2. Metti il densimetro in acqua, misura la densità e annotala. Usa la scala del peso specifico per questa parte.
3. Rimuovi metà dell'acqua e riempi il cilindro con acqua calda.
4. Misura la densità dell'acqua con il densimetro e scrivila sulla scheda di lavoro.

Ora, esegui la seconda parte dell'esperimento.

Parte 2:

1. Aggiungi 4 gocce di colorante sul lato del contenitore dove è presente la busta con i cubetti di ghiaccio.
2. Osserva come si muove il colorante e annotalo sulla scheda

Parti 1 & 2:

1. Analizza i tuoi risultati con l'aiuto delle domande indicate
2. Trai le tue conclusioni e riassume i risultati
3. Prepara il tuo team di ricercatori per una presentazione di fronte all'intera classe



Esperimento: Densità e Temperatura

Scheda di lavoro

Ipotesi

.....

.....

Osservazioni

Parte 1: Completa la tabella.

	Densità (g/dm ³)
Acqua calda	
Acqua fredda	

Parte 2: Hai realizzato una simulazione della circolazione delle acque oceaniche. Fai un disegno del movimento dell'acqua nel recipiente.

Analisi

In base ai dati in tabella, quali conclusioni puoi trarre sulla influenza della temperatura sulla densità dell'acqua?

.....
.....

Descrivi come la massa di acqua circola tra i poli e l'equatore sulla base della circolazione che hai simulato.

.....
.....

Conclusioni

La tua ipotesi era corretta? Se no, spiega perché.

.....
.....

Implicazioni (Risolvi questa parte con gli studenti che hanno svolto l'esperienza "Densità e Salinità").

Perché la circolazione delle masse oceaniche è chiamata "circolazione termoalina"?

.....
.....

Perché l'acqua dell'oceano va a fondo ai poli?

.....
.....

Presenta l'esperimento alla classe

- Introduci velocemente l'argomento insieme con gli studenti che hanno partecipato all'esperimento "Densità e Salinità".
- Formula la tua ipotesi.
- Discuti i materiali e il metodo da utilizzare.
- Mostra i tuoi risultati.
- Discuti i tuoi risultati insieme alla analisi fatta sopra e presenta le tue conclusioni.



Esperimento: Densità e Temperatura

Scheda con le risposte

Ipotesi

Più bassa è la temperature dell'acqua e maggiore è la densità.

Osservazioni

Parte 1: Completa la tabella.

	Densità (g/dm ³)
Acqua calda	996
Acqua fredda	1020

un disegno del movimento dell'acqua nel recipiente.

Parte 2: Hai realizzato una simulazione della circolazione delle acque oceaniche. Fai

Analisi

Dai dati in tabella, cosa puoi concludere sull'influenza della temperatura sulla densità dell'acqua?

Più bassa è la temperatura e maggiore è la densità.

Sulla base della circolazione che hai simulato, descrivi la circolazione dell'acqua fra i poli e l'equatore.

L'acqua si raffredda ai poli, affonda e si muove sul fondo fino all'equatore. All'equatore, l'acqua si riscalda e risale in superficie prima di ritornare ai poli.

Conclusioni

La tua ipotesi è corretta? Se no, spiega perché.

Sì

1 EducaPoles
www.educapoles.org

Implicazioni (Risolvi questa parte con gli studenti che hanno svolto l'esperienza "Densità e Salinità").

Perchè la circolazione delle masse d'acqua oceaniche è chiamata "circolazione termoalina"?

"Termo" significa temperatura, mentre "alina" si riferisce alla salinità. Entrambe, temperatura e salinità, influenzano la densità dell'acqua e quindi il movimento verticale delle masse d'acqua. .

Perchè l'acqua dell'oceano ai poli va a fondo?

*- Influenza della T: la T è più bassa ai poli → la densità aumenta → l'acqua affonda
- Influenza della Salinità: quando si forma il ghiaccio marino, il sale viene espulso, il che crea un'acqua più densa sotto il ghiaccio di acqua marina. Questa acqua si muove poi verso il fondo. Ciò accade perchè è difficile che il sale si dissolva nel ghiaccio poiché il sale non può integrarsi nella struttura cristallina.*

Sapevi che?

- Esistono altri fattori, oltre la formazione del ghiaccio di acqua marina, che possono condurre ad un aumento della densità dell'acqua marina: uno dei quali è l'**evaporazione**. Questo processo avviene quando la Corrente del Golfo raggiunge il nord dell'Oceano Atlantico. Poiché si tratta di una corrente oceanica calda, l'acqua è più calda dell'atmosfera, il che porta ad un aumento dell'evaporazione.

L'evaporazione dell'acqua causa l'aumento di densità dell'acqua marina.

- Un **secondo motore** oltre alle correnti oceaniche è il **vento**. Il vento interagisce in vari modi con la circolazione termoalina. L'influenza del vento è principalmente ristretta alla superficie dell'oceano, dove causa la risalita di acque dense, più fredde, ricche di nutrienti che vanno a sostituire quelle più calde della superficie spinte lontano dalla costa.