### ISTITUTO SALESIANO «Beata Vergine di San Luca»

via Jacopo della Quercia, 1 - 40128 BOLOGNA tel. 051/41.51.711 – www.salesianibologna.net presidesup.bolognabv@salesiani.it BEATA VERGINE DI SANLUCA B O L O G N A

Il Preside

PASSERELLE/IDONEITÀ

### SCIENZE DELLA TERRA E BIOLOGIA

#### PROGRAMMI DEL BIENNIO

MATERIA ACCESSORIA

Prof.: CATERINA GRIECO - grieco.caterina.PROF@salesianibologna.it

#### Testo di riferimento:

- Per l'argomento "Atmosfera" il testo è: "Terra, acqua, aria" di Cavazzuti, Gandola, Odone, ed Zanichelli
- Per la biologia il testo è: "La vita intorno a noi: L'evoluzione dei viventi e La cellula" di Cavazzuti, ed. Zanichelli

### A) Argomenti su cui verterà la prova (relativamente al programma di PRIMA PROFESSIONALE):

- L'atmosfera
  - o Definizione e funzioni dell'atmosfera (pag.120)
  - o La suddivisione in fasce dell'atmosfera (pag. 120)
  - o La composizione dell'aria (pag. 122)
  - o L'effetto serra (pag. 125 e 126)
  - o La pressione dell'aria (pag. 127 e 128)
  - o Le carte del tempo (pag. 129)

#### Esercizi o domandi simili a quelle che potrebbero capitare durante la prova:

- a) Elenca le funzioni dell'atmosfera.
- b) Che cos'è l'effetto serra e in che modo le attività umane lo stanno intensificando?
- c) Da quali fattori dipende la pressione atmosferica e in che modo?
- d) Distinguere tra area ciclonica e anticiclonica

#### Materiale allegato (fotocopie del testo o altro - da lasciare alla Presidenza):

- Fotocopie del libro di testo inerenti agli argomenti assegnati

#### B) Argomenti su cui verterà la prova (relativamente al programma di SECONDA PROFESS.):

- La cellula
  - o Cellula procariote e eucariote: somiglianze e differenze (pag.175 –176)
  - o Cellula vegetale e animale (da pag. 177 in poi)
  - o La membrana plasmatica: struttura e funzioni (pag. 180, 181)
  - o Gli organelli cellulari e le loro funzioni (da pag.187 a pag.193)

#### Esercizi o domandi simili a quelle che potrebbero capitare durante la prova:

- e) Cosa è una cellula.
- f) Quali sono le differenze e le somiglianze tra una cellula procariote e una eucariote?
- g) Quali sono le differenze tra una cellula animale e vegetale?
- h) Quale funzione hanno i seguenti organuli?
  - Cloroplasto
  - Ribosoma
  - Reticolo endoplasmatico liscio
  - Mitocondrio
- i) Descrivi la struttura della membrana cellulare e illustra le sue funzioni

#### Materiale allegato (fotocopie del testo o altro - da lasciare alla Presidenza):

Fotocopie del libro di testo inerenti agli argomenti assegnati



### Tutte le cellule presentano alcune caratteristiche comuni

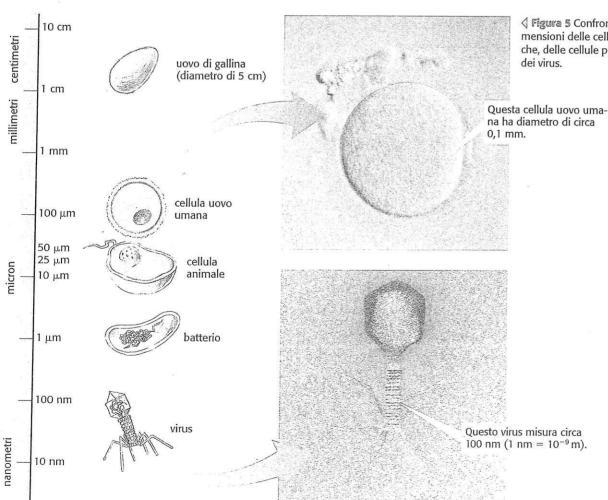
Tutte le cellule, da quelle di un batterio a quelle di un elefante, presentano tre strutture fondamentali comuni: la membrana plasmatica, il citoplasma e il materiale genetico.

- 1. La membrana plasmatica è un involucro che delimita la cellula separandola dalle altre cellule e dall'ambiente circostante; inoltre, essa regola il passaggio di varie sostanze verso l'interno e l'esterno della cellula stessa.
- 2. Il citoplasma è una soluzione gelatinosa, ricca di acqua, sali minerali e sostanze organiche, nella quale si compie gran parte delle funzioni cellulari.
- 3. Il materiale genetico (DNA) è la sostanza in cui sono immagazzinate tutte le informazioni necessarie per la regolazione delle attività cellulari e per la determinazione delle caratteristiche di ogni singola cellula.

In base all'organizzazione del materiale genetico e alla presenza di compartimenti cellulari chiamati organuli, è possibile distinguere due tipi di cellule: le cellule procariotiche (tipiche dei microrganismi come batteri e archei) e le cellule eucariotiche, che costituiscono tutti gli altri esseri viventi.

Le cellule hanno dimensioni molto varie (Dfigura 5). Le cellule procariotiche, come i batteri, hanno una grandezza pari a 1 µm (un milionesimo di metro). Le cellule eucariotiche invece sono più grandi, con dimensioni comprese tra i 10 e i 100 µm. La cellula uovo umana è la sola cellula del nostro corpo visibile a occhio nudo, mentre le uova di gallina sono costituite da un'unica cellula e misurano alcuni centimetri perché devono contenere tutto il nutrimento necessario all'embrione per svilupparsi in un pulcino.

Quali strutture hanno in comune tutte le cellule?



⟨ Figura 5 Confronto tra le dimensioni delle cellule eucariotiche, delle cellule procariotiche e

dei virus.

Questo virus misura circa

### Quali strutture sono presenti in una cellula procariotica?

#### ▽ Figura 6

A. Escherichia coli fa parte della flora batterica del nostro intestino.

B. Struttura di una generica cellula procariotica.

# 4 Le cellule procariotiche sono le cellule più semplici e più antiche

Le prime cellule comparvero sulla Terra circa 3,5 miliardi di anni fa; anche se non esistono reperti fossili di questi organismi, i biologi ritengono che essi avessero una struttura molto simile a quella degli attuali batteri. I batteri sono tuttora le forme di vita più numerose presenti sul nostro pianeta; essi hanno dimensioni piccolissime, comprese tra 0,2 e 10 μm (1 μm equivale a un millesimo di millimetro) e, come gli archei, sono costituiti da cellule procariotiche (Þfigura 6).

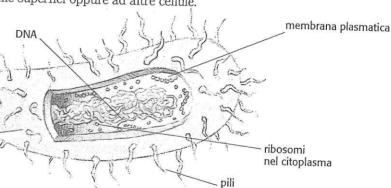
Nella cellula procariotica il materiale genetico è presente sotto forma di un'unica molecola circolare, il cromosoma batterico; questo cromosoma è costituito principalmente da DNA. Il DNA è una grande molecola formata da una sequenza di nucleotidi; all'interno di questa sequenza è contenuta l'informazione genetica, cioè il «programma» che stabilisce le varie attività che la cellula deve svolgere. Il DNA ha anche la capacità di duplicarsi in modo che, quando una cellula si divide, una copia dell'informazione possa essere trasmessa a ciascuna delle due cellule figlie. La zona del citoplasma in cui si trova concentrato il DNA è chiamata nucleoide. Oltre al nucleoide, nel citoplasma della cellula procariotica si trovano i ribosomi, piccole strutture tondeggianti che hanno il compito di costruire le proteine sotto il diretto controllo del DNA.

All'esterno della membrana sono presenti alcune strutture tipiche:

o la parete cellulare, un rivestimento rigido con funzione protettiva;

i flagelli, lunghe appendici filamentose che hanno la funzione di consentire alla cellula di muoversi in ambiente acquoso;

altri tipi di appendici chiamate pili, più corte e molto più numerose, utili per aderire alle superfici oppure ad altre cellule.



### hai raggiunto i tuoi obiettivi?

parete cellulare

#### paiole dhave

flagelli

cellula - microscopio orneo maosomoekkona membrana plasmarra alioplasma intideorde malerale generica applica parete celhilare . Illagello cellula procariorica

- 1. Che cosa significa la parola cellula? Da chi venne usata per la prima volta?
- Dove si svolgono le funzioni fisiologiche nelle cellule procariotiche?
- 3. Che cosa sono e che ruolo hanno i pili e i flagelli?
- . Le dimensioni dell'uovo di gallina dipendono dal fatto che:
  - A è formato da molte cellule che si riuniscono a costituire il gamete femminile
  - più è grande l'animale che l'ha prodotto più sono grandi i suoi gameti
  - deve contenere tutte le sostanze nutritive necessarie allo sviluppo dell'embrione

- tutte le cellule eucariotiche hanno più o meno le sue stesse dimensioni
- 5. Le cellule procariotiche possono avere dimensioni:
  - maggiori di quelle eucariotiche
  - anche di alcuni centimetri
  - inferiori ai 10 µm
  - visibili a occhio nudo
- 6. Con un microscopio elettronico non si possono osservare:
  - le cellule in movimento
  - gli organuli cellulari
  - i batteri
  - le cellule vegetali

### La cellula animale e la cellula vegetale

## Le cellule eucariotiche hanno numerosi organuli, ciascuno con un compito specifico

Se escludiamo i batteri e gli archei, tutti gli altri organismi viventi, dai semplici unicellulari fino ai mammiferi, sono costituiti da cellule eucariotiche. Le cellule eucariotiche sono chiamate così perché possiedono un vero e proprio nucleo più o meno sferico; l'aggettivo eucariotico significa infatti «con nucleo ben definito», dal greco eu, bene, e karion, nucleo. Il nucleo è circondato da un involucro chiamato membrana nucleare e contiene il materiale genetico della cellula.

La caratteristica che maggiormente distingue la cellula procariotica da quella eucariotica è la «suddivisione dei compiti». Nei batteri e negli archei tutte le funzioni fisiologiche, come digerire il cibo o produrre energia, vengono svolte nel citoplasma o sulla membrana plasmatica; nelle cellule eucariotiche, invece, ogni funzione viene svolta in un compartimento specifico chiamato organulo, separato dal resto della cellula da una membrana molto simile alla membrana plasmatica. Questa suddivisione in compartimenti rende le cellule eucariotiche più efficienti di quelle dei procarioti, perché al loro interno possono avvenire contemporaneamente reazioni metaboliche complesse che richiedono condizioni differenti.

Le cellule eucariotiche, comparse sulla Terra circa 1,5 miliardi di anni fa, costituiscono le piante e gli animali, ma anche i funghi e i protisti. Esseri viventi molto diversi come un ippopotamo, una quercia e un fungo prataiolo possiedono infatti la stessa organizzazione cellulare, anche se, come vedremo nel prossimo paragrafo, le cellule delle piante presentano alcune differenze rispetto alle cellule animali.

- Spiegare analogie e differenze tra cellula procariotica ed eucariotica.
- ) Individuare le analogie e le differenze tra la cellula eucariotica animale e quella vegetale.

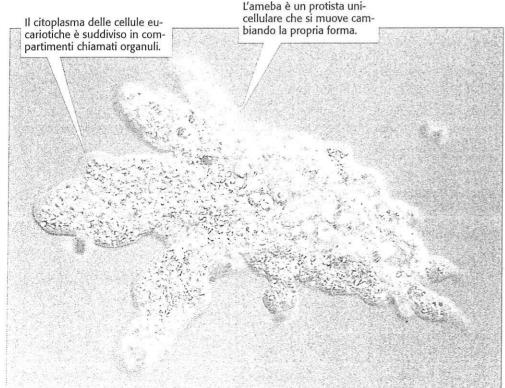
Quale caratteristica rende la cellula eucariotica più efficiente di quella procariotica?

⟨ Figura 7 Le cellule eucariotiche hanno una struttura più complessa di quelle procarioti-

online.zanichelli.it/cavazzuti\_scienzenatura

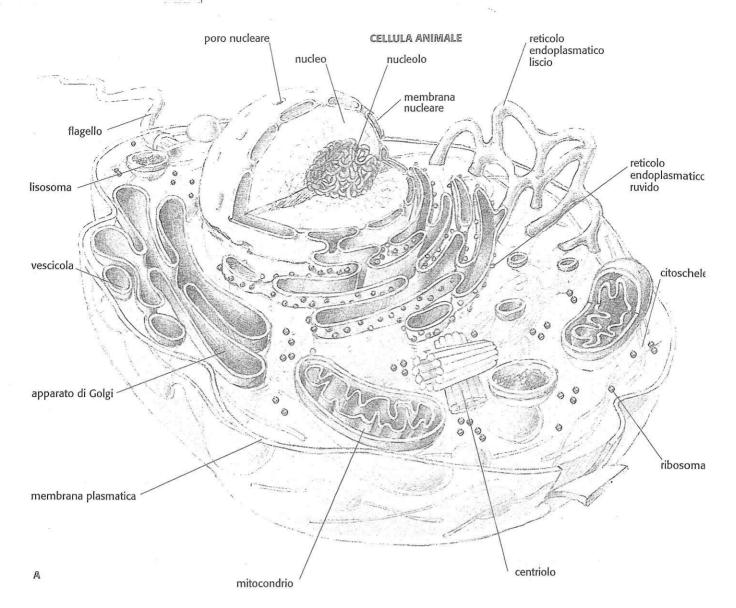
ANIMAZIONE

 Cellule procariotiche ed eucariotiche









.... Figura 8 A. Una cellula eucariotica animale.

B. Una cellula eucariotica vegetale. Gli organuli evidenziati in blu sono tipici delle cellule animali; quelli evidenziati in giallo si trovano solo nelle cellule vegetali.



Cellule vegetali e animali

Quali peculiarità presenta la cellula vegetale?

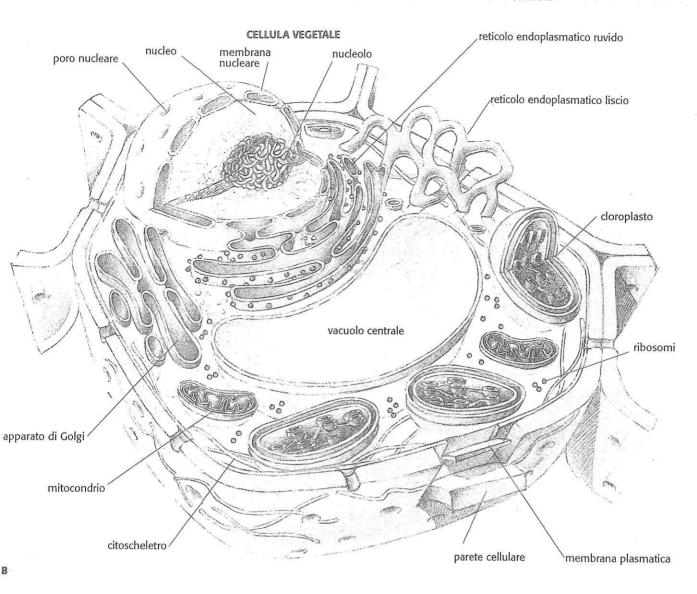
### 6 La cellula eucariotica è molto più complessa di quella procariotica

Nella Digura 8 puoi vedere una rappresentazione schematica delle strutture interne presenti in una cellula eucariotica animale e in una vegetale. Come abbiamo visto nella lezione precedente, le cellule eucariotiche hanno dimensioni maggiori di quelle procariotiche; inoltre, esse presentano al loro interno numerosi organuli circondati da membrana, ciascuno dei quali svolge un compito specifico. Le strutture e le funzioni dei diversi organuli presenti nelle cellule eucariotiche saranno oggetto di studio delle prossime lezioni; per ora ci limitiamo a osservare le figure nelle quali si nota che il nucleo, i mitocondri, il reticolo endoplasmatico e l'apparato di Golgi sono comuni sia alle cellule vegetali sia a quelle animali, mentre i lisosomi, il centriolo e il flagello si trovano solo in quelle animali.

L'organizzazione della cellula vegetale, pur essendo molto simile a quella della cellula animale, presenta alcune peculiarità:

- o la parete cellulare è una struttura rigida costituita prevalentemente da cellulosa posta all'esterno della membrana plasmatica, che ha il compito di sostenere la cellula e di conferirle una forma poligonale;
- o i cloroplasti, nei quali avviene la fotosintesi;
- o il vacuolo centrale, che ha funzione di serbatoio e può contenere acqua, sostanze nutritive o prodotti di rifiuto.





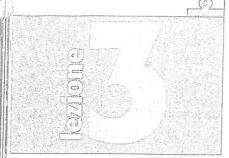
### hai raggiunto i tuoi obiettivi?

### parole difave

- cellula eucarrotica nucleo organido – parete cellulare doroplasto
- elentres olumba

- 1. Che cos'è un organulo?
- 2. Che funzione ha la parete della cellula vegetale?
- 3. Quali caratteristiche hanno in comune le cellule procariotiche ed eucariotiche?
- Quali caratteristiche distinguono la cellula animale da quella vegetale?
- 5. La cellula eucariotica, a differenza di quella procariotica:
  - A possiede una membrana plasmatica
  - B può avere la parete cellulare

- © contiene DNA come materiale genetico
- suddivide il suo interno in diversi compartimenti
- 6. Le strutture comuni sia alla cellula vegetale sia a quella animale sono:
  - A la membrana plasmatica, la parete cellulare, i mitocondri
  - la membrana plasmatica, il nucleo, i cloroplasti
  - Il nucleo, i mitocondri, il vacuolo centrale
  - p i ribosomi, il nucleo, i mitocondri



# La membrana plasmatica e la comunicazione tra cellule

- Descrivere la struttura della membrana plasmatica.
- Distinguere tra diffusione semplice, diffusione facilitata e trasporto attivo.
- Mettere in relazione osmosi e concentrazioni di soluti.
- Descrivere le funzioni delle proteine di membrana.

Perché la struttura della membrana plasmatica è detta a mosaico fluido?

▽ Figura 9 La membrana plasmatica è costituita da un doppio strato di fosfolipidi nel quale sono inserite molecole proteiche.

## 7 La membrana plasmatica mette la cellula in comunicazione con l'ambiente

Come abbiamo visto nella prima lezione, la membrana plasmatica è una delle strutture più importanti della cellula ed è presente in tutte le cellule, sia procariotiche sia eucariotiche. Essa separa la cellula dall'ambiente circostante, mantiene l'equilibrio idrico e salino al suo interno, riceve e seleziona le informazioni provenienti dall'esterno e regola il passaggio delle sostanze nutritive e dei materiali di rifiuto.

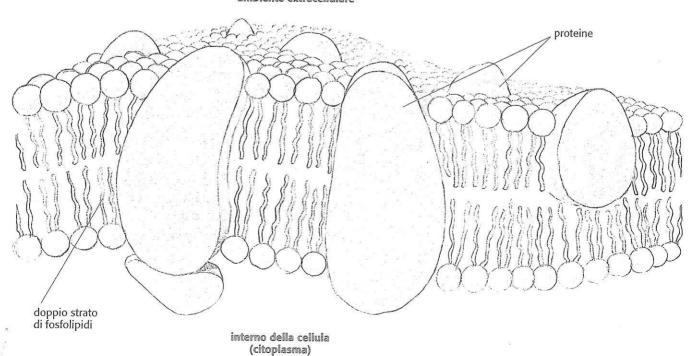
La membrana plasmatica è costituita principalmente da un doppio strato di fosfolipidi nel quale sono inserite numerose molecole proteiche (þfigura 9). Nella struttura dei fosfolipidi è possibile distinguere due regioni: la parte lipidica è formata da due lunghe catene apolari (le «code») la cui caratteristica principale è quella di non sciogliersi in acqua; per questo vengono dette *idrofobiche*.

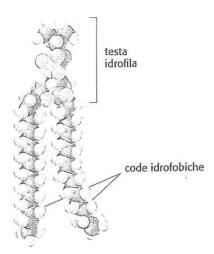
L'altra regione della molecola, che comprende il glicerolo e il gruppo fosfato, corrisponde alla «testa» ed è polare; le teste sono *idrofiliche* (Þfigura 10), cioè hanno affinità per l'acqua, e si dispongono verso l'esterno, diversamente dalle code idrofobiche le quali invece si orientano verso l'interno del doppio strato.

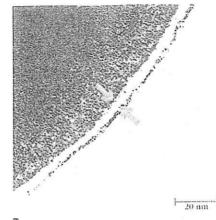
Vista al microscopio elettronico la membrana plasmatica appare come nella ⊳figura 10C: le code chiare sono rivolte verso l'interno della membrana, mentre le teste formano due linee scure ai lati dello strato chiaro, rivolte verso l'interno acquoso della cellula e verso l'ambiente esterno.

La membrana plasmatica non è rigida; solo alcune molecole proteiche appaiono ancorate in determinati punti, mentre altre proteine e i fosfolipidi hanno una notevole libertà di movimento laterale, formando di volta in volta configurazioni diverse. Per tale motivo, la membrana plasmatica viene descritta come un mosaico fluido.

#### ambiente extracellulare







⟨ Figura 10

A. La molecola di un fosfolipide è costituita da un gruppo fosfato, «testa», e da due catene lipidiche, «code».

B. La membrana plasmatica vista al microscopio elettronico.

Una certa stabilità è conferita alla membrana delle cellule animali dal colesterolo; dalla percentuale di questa molecola piuttosto rigida dipende appunto il grado di fluidità della membrana plasmatica che si riduce all'aumentare del contenuto in colesterolo.



c La membrana plasmatica

### DD Logistica cellulare

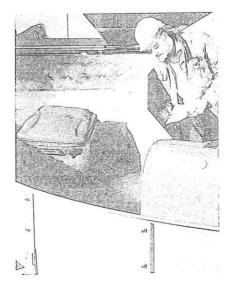
Pensiamo alla cellula eucariotica come a una megalopoli con molti più abitanti delle più popolate città oggi esistenti sul pianeta. Gli abitanti della cellula – un miliardo circa di proteine – fanno mestieri diversi, abitano in case e quartieri distanti fra loro e si muovono in continuazione per raggiungere il proprio luogo di lavoro dentro la cellula, oppure per uscire all'esterno. Come nelle città moderne, anche nella cellula ci sono arterie di traffico, sistemi di trasporto, segnali e mappe per guidare le proteine nelle diverse direzioni.

Ma come fanno le proteine a conoscere ciascuna la propria destinazione e a non perdersi in quella moltitudine di abitanti in continuo movimento? Fin dalla fabbricazione nel reticolo endoplasmatico le proteine sono provviste di etichette e codici molecolari, chiamati segnali topogenici, che servono a orientare il traffico.

Il segnale presente all'interno di ciascuna proteina determina se quella molecola potrà attraversare una membrana ed entrare in un particolare organello, se potrà essere integrata nella membrana, oppure se dovrà uscire fuori dalla cellula.

Proprio come le etichette sulle valigie che viaggiano in aereo o il CAP su una lettera spedita tramite il servizio postale, etichette e codici molecolari regolano dunque la complessa logistica delle proteine nella cellula, producendo un traffico ben più ordinato, efficiente e silenzioso di quello dei movimenti umani.

Il sistema è universale, dal momento che è utilizzato nelle cellule di animali, piante e lieviti. Meccanismi di questo stesso tipo servono tutti i sistemi e gli organi dell'organismo umano. Le cellule del sistema immunitario li utilizzano, per esempio, per produrre gli anticorpi e per indirizzarli nelle loro attività di difesa.



Quando questi meccanismi di regolazione dei trasporti non funzionano a regola d'arte, ci possono essere problemi di salute. Alcune forme di ipercolesterolemia familiare sono dovute a malfunzionamenti in questo settore; la fibrosi cistica è una malattia ereditaria provocata dal fatto che alcune proteine non riescono a raggiungere la propria destinazione.

La conoscenza genetica oltre che molecolare di questi segnali potrà forse permettere in un prossimo futuro di costruire farmaci etichettati per raggiungere un determinato bersaglio all'interno della cellula.

### 20 Impara a imparare

Un'intervista al premio Nobel Günter Blobel in cui spiega come è arrivato alla scoperta dei segnali per il trasporto cellulare:

http://it.youtube.com/watch?v=Xsy9z1NjRpg

Una presentazione illustrata del sistema logistico delle proteine all'interno della cellula:

http://nobelprize.org/nobel\_prizes/medicine/laureates/1999/illpres/

A questo link, il gioco Megacell sulla struttura e la funzione della cellula:

http://nobelprize.org/educational\_games/medicine/cell/game/index.html

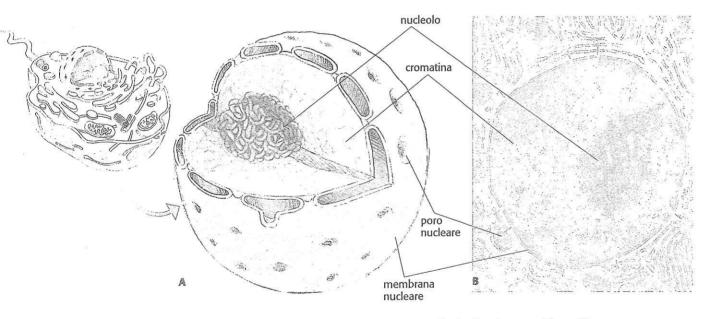


### Il sistema delle membrane interne

### 15 Il nucleo e i ribosomi elaborano l'informazione genetica

Come abbiamo visto nella prima lezione di questo capitolo, la caratteristica che maggiormente distingue la cellula procariotica da quella eucariotica è la «suddivisione dei compiti»: nella cellula eucariotica infatti ogni funzione avviene in un compartimento cellulare separato dal citoplasma da una membrana. L'organulo più voluminoso è il nucleo, circondato da una doppia membrana attraversata da pori che permettono l'ingresso e l'uscita delle sostanze. Il nucleo contiene il materiale genetico della cellula, costituito da DNA avvolto intorno a particolari proteine. Osservato al microscopio elettronico, il materiale genetico assume l'aspetto di un gomitolo aggrovigliato (Þfigura 20) che risulta facilmente colorabile con sostanze chimiche e viene pertanto chiamato cromatina (dalla parola greca *croma*, colore).

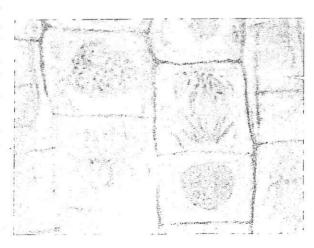
- Spiegare il ruolo del nucleo nella cellula eucariotica.
- Descrivere la funzione dei ribosomi, dei reticoli endoplasmatici e dell'apparato di Golgi.
- Confrontare le funzioni dei lisosomi e dei vacuoli.



Durante la divisione cellulare, la cromatina si avvolge su se stessa compattandosi e dando origine a piccolissime strutture dall'aspetto di bastoncelli, i cromosomi (Þfigura 21). Nei cromosomi risiedono tutte le informazioni necessarie per dirigere le attività della cellula.

Quando, per esempio, una cellula ha bisogno di energia, manda dei messaggi al nucleo il quale si attiva determinando la sintesi degli enzimi che regolano le reazioni chimiche in grado di ricavare energia dai nutrienti.

Nel nucleo è anche presente il *nucleolo*, dove vengono fabbricati i **ribosomi**: queste piccole strutture tondeggianti, costituite da RNA e proteine, sono il sito dove ha luogo la sintesi delle proteine sulla base delle istruzioni contenute nel



△ Figura 20 A. Il nucleo di i

A. Il nucleo di una cellula animale.

B. Fotografia al microscopio elettronico del nucleo.

⟨ Figura 21 Cellule vegetali in divisione.

Durante la divisione sono visibili i cromosomi.



Che differenza c'è tra cromatina e cromosomi? DNA. I ribosomi sono presenti sia nelle cellule procariotiche sia nelle cellule eucariotich dove possono essere liberi nel citoplasma oppure, come vedremo, addossati alle membr ne del reticolo endoplasmatico. Il loro numero varia da qualche migliaio nei procario fino a qualche milione negli eucarioti. I ribosomi dei procarioti presentano alcune diff renze nella struttura e nella composizione rispetto a quelli delle cellule eucariotiche; qu sto fatto rende possibili trattamenti con farmaci che aggrediscano solo i ribosomi batter ci senza danneggiare quelli del paziente.

### 16 Il reticolo endoplasmatico costruisce biomolecole che vengono poi elaborate nell'apparato di Golgi

A diretto contatto con la membrana nucleare si trova il reticolo endoplasmatico. Quest organulo è costituito da una serie di sacchetti membranosi collegati tra loro a formar una sorta di «rete stradale» che consente il trasferimento delle sostanze da una part all'altra della cellula (Þfigura 22). Alcune di queste «strade» sono punteggiate di ribosom a causa dell'aspetto che assume al microscopio elettronico, questa parte del reticolo vien detta reticolo endoplasmatico ruvido (RER). La funzione principale del RER è sintetizzar le proteine. Nella porzione di reticolo priva di ribosomi, che è detta reticolo endoplasmati co liscio (REL), vengono invece sintetizzate altre biomolecole come i fosfolipidi e gli ormo ni steroidei. Il REL ha anche la funzione di immagazzinare ioni calcio, indispensabili pe innescare la contrazione muscolare; inoltre, è responsabile della trasformazione chimica di sostanze tossiche, farmaci e pesticidi.

Una volta sintetizzate, le proteine e le altre molecole vengono impacchettate in vescico le di trasporto che si staccano dal reticolo endoplasmatico per uscire dalla cellula o per raggiungere l'apparato di Golgi, dove terminerà la loro elaborazione: è in questo organu lo, per esempio, che le proteine assumono la loro forma tridimensionale.

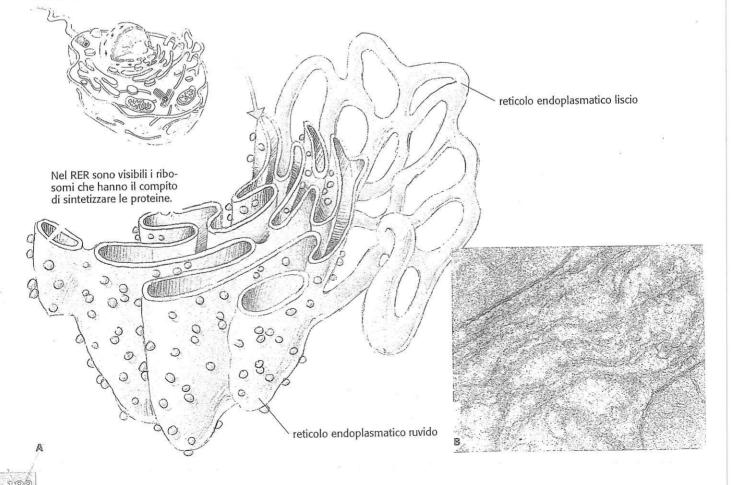
▼ Figura 22

A. Il reticolo endoplasmatico
(RE).

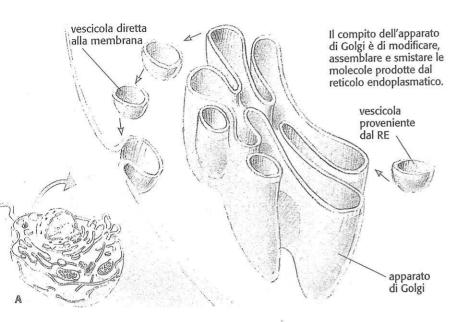
R. Fotografia al microscopio

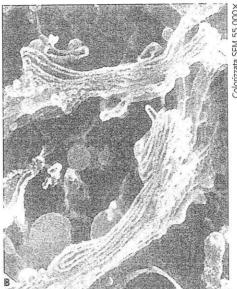
(RE).

B. Fotografia al microscopio elettronico del reticolo endoplasmatico ruvido.









L'apparato di Golgi (>figura 23) prende il nome dal biologo e medico italiano Camillo Golgi (1843-1926) che nel 1898 lo individuò osservando le cellule al microscopio ottico; si tratta di un organulo formato da sacchetti appiattiti e impilati che ha il compito di modificare le molecole prodotte dal reticolo endoplasmatico per poi smistarle ai vari comportamenti cellulari, o di farle uscire da essa, racchiuse in vescicole.

Nelle cellule animali possono essere presenti alcune decine di apparati di Golgi; nelle cellule vegetali, dove questi organuli partecipano alla costruzione della parete cellulare, se ne possono contare alcune centinaia.

△ Figura 23
A. L'apparato di Golgi.
B. Fotografia al microscopio elettronico dell'apparato di Golgi.

In che cosa differiscono le funcioni del reticolo endoplasmatico da quelle dell'apparato di Golgi?

### 17 I vacuoli possono immagazzinare sostanze nutritive

I vacuoli sono delle cavità circondate da membrana e ripiene di liquido che hanno la funzione di serbatoio di acqua, sostanze nutritive o prodotti di rifiuto. I vacuoli sono particolarmente evidenti nelle cellule vegetali: in una cellula matura, il vacuolo centrale può occupare fino al 90% dello spazio interno (»figura 24) e, riempiendosi di acqua per osmosi, può far aumentare enormemente il volume cellulare. Nelle cellule dei fiori, invece, i vacuoli sono pieni di pigmenti colorati, che hanno lo scopo di attirare gli insetti.

Alcuni protisti, come il paramecio, possiedono diversi tipi di vacuoli che svolgono varie funzioni: i vacuoli alimentari, al cui interno vengono racchiuse e demolite le particelle di cibo, e i vacuoli contrattili, capaci di regolare l'equilibrio idrico e salino all'interno della cellula in base alle variazioni dell'ambiente esterno. Quando il paramecio si trova in

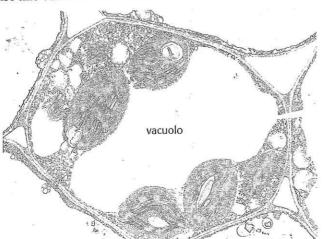


 Figura 24 Fotografia al microscopio elettronico di una cellula vegetale con un grande vacuolo centrale.

Il vacuolo centrale può occupare la maggior parte del volume della cellula.

imbiente ipotonico il vacuolo si contrae espellendo l'acqua in eccesso che tende a ene per osmosi, impedendo che la cellula si rigonfi eccessivamente; se al contrario la ila si trova in un ambiente con elevata concentrazione di soluti, il vacuolo assorbe la opponendosi al raggrinzimento della cellula (»figura 25). Quali funzioni svolge il vacuolo centrale nella cellula vegetale?

### I lisosomi e i perossisomi demoliscono le sostanze alimentari e di rifiuto delle cellule

osomi (Þfigura 26) sono organuli ricchi di enzimi digestivi in grado di scomporre le romolecole (polisaccaridi, proteine lipidi e acidi nucleici) in molecole semplici utilizzadalla cellula per ottenere energia o materiale per costruire le proprie strutture. Se sti enzimi fossero sparsi nel citoplasma e non isolati in un organulo, la cellula digerie e se stessa danneggiandosi. I lisosomi partecipano anche alla distruzione dei batteri vi che possono invadere la cellula e demoliscono gli organuli danneggiati riciclando componenti.

perossisomi, infine, sono la sede di alcune reazioni chimiche che demoliscono sostanpocive per la cellula, per esempio contengono l'enzima *catalasi*, capace di scomporre il essido di idrogeno (l'acqua ossigenata), un composto molto tossico per la cellula che là formare durante il metabolismo, in acqua e ossigeno.

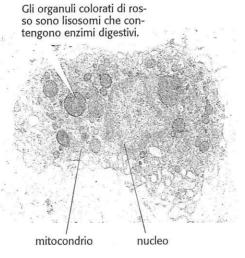


o Vacuoli in un paramecio

Perché gli enzimi digestivi non possono essere sparsi nel citoplasma?

Il vacuolo contrattile serve agli organismi unicellulari a regolare l'equilibrio idrico della cellula.

gura 25 I vacuoli contrattili sono tipici dei ti unicellulari, come questo paramecio fotoo con il microscopio ottico.



⟨ Figura 26 Questa immagine al microscopio elettronico a trasmissione mostra un macrofago, un tipo particolare di globulo bianco che è in grado di inglobare e digerire batteri, polline e altre particelle. Per questo motivo i macrofagi sono molto ricchi di lisosomi.

### hai raggiunto tuoi obiettivi?

#### rrole chiava

ideo eromatha omosona ribosona itrolo endoplasmatico oparato di Golgi - IVAR recolo centrale - IVAL sosona i peresalsona

- Quali funzioni svolgono il RER e il REL?
- 2. Che ruolo svolge il nucleo nella cellula?
- 3. Che cosa sono i lisosomi?
- Quale tra le seguenti funzioni è svolta dal lisosoma?
  - A scompone molecole complesse in molecole più semplici
  - sintetizza le proteine su istruzione del nucleo
  - © rielabora e completa la struttura delle macromolecole
  - immagazzina temporaneamente le sostanze nutritive

- 5. Quale tra i seguenti organuli è in diretto contatto con il nucleo?
  - A l'apparato di Golgi
  - B il lisosoma
  - C il reticolo endoplasmatico
  - D il perossisoma
- 6. I ribosomi si trovano:
  - A nel nucleo della cellula
  - B legati al reticolo endoplasmatico
  - C all'interno di speciali vacuoli
  - D nella parte esterna dei lisosomi



### Gli organuli che trasformano l'energia: i mitocondri e i cloroplasti

## 19 Nei mitocondri ha luogo la respirazione cellulare, che libera l'energia contenuta negli alimenti

I mitocondri rappresentano la «centrale energetica» della cellula. I mitocondri hanno forma allungata, misurano da 0,5 a 2 μm e il loro numero varia da cellula a cellula; nelle cellule del nostro fegato ci possono essere tra 1000 e 1600 mitocondri, mentre nella cellula uovo sono anche 30 000. Questi organuli sono circondati da una doppia membrana che racchiude una soluzione acquosa chiamata *matrice*. La membrana mitocondriale interna è ripiegata a formare le cosiddette *creste* (▷figura 27).

Come vedremo nel prossimo capitolo, nei mitocondri si svolgono le reazioni della respirazione cellulare che ricavano energia dagli alimenti: tale energia viene immagazzinata in una molecola speciale chiamata ATP. I prodotti secondari della respirazione cellulare sono anidride carbonica e acqua (þfigura 28). L'ATP è poi utilizzato dalla cellula per tutte le reazioni che hanno bisogno di energia.

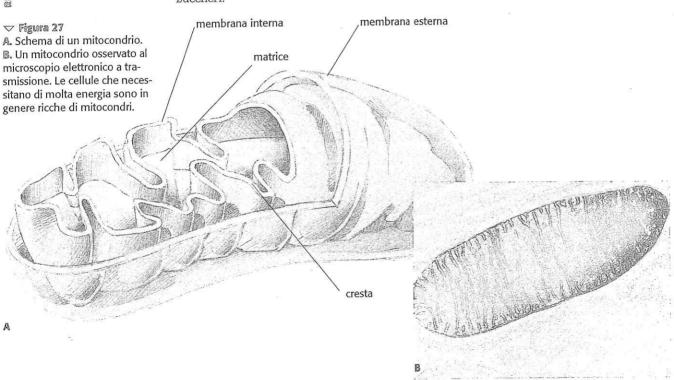
I mitocondri contengono, al loro interno, un filamento di DNA a forma circolare e alcuni ribosomi che servono per la sintesi di proteine specifiche del metabolismo degli zuccheri.

Descrivere la struttura del mitocondrio e del cloroplasto evidenziandone le analogie.

Identificare nel mitocondrio la centrale energetica della

Evidenziare il ruolo di produttore di materia organica svolto dal cloroplasto.

Come sono fatti i mitocondri?
Qual è la loro funzione?



▷ Figura 28 La molecola di glucosio viene demolita per ricavare energia.

$$C_6H_{12}O_6$$
  $C_2$   $C_2$   $C_2$   $C_2$   $C_2$   $C_3$   $C_4$   $C_5$   $C_6$   $C$ 



### 20 I cloroplasti trasformano acqua e diossido di carbonio in alimenti utilizzando l'energia solare

I cloroplasti sono organuli piuttosto grossi che misurano da 2 a 5 μm, circondati da una doppia membrana (»figura 29); essi sono contenuti nelle cellule delle piante e dei protisti autotrofi come le alghe. La membrana interna dei cloroplasti si ripiega a formare dei dischetti impilati chiamati *tilacoidi*; ciascuna pila di tilacoidi costituisce un *grano*. I grani sono immersi in una sostanza gelatinosa chiamata *stroma*.

I cloroplasti sono verdi perché i tilacoidi contengono una molecola verde, la *clorofilla*. La funzione di questi organuli è produrre le sostanze nutritive per gli organismi autotrofi: all'interno del cloroplasto, infatti, sono sintetizzati, grazie all'energia solare, gli zuccheri e le altre sostanze indispensabili alla pianta a partire da diossido di carbonio e acqua. Questo processo è detto **fotosintesi**. La clorofilla è essenziale per la fotosintesi perché ha la funzione di assorbire l'energia della luce.

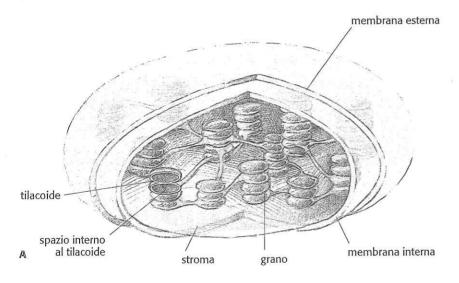
Anche i cloroplasti, come i mitocondri, possiedono un proprio DNA che serve per la produzione delle proteine necessarie alla fotosintesi.

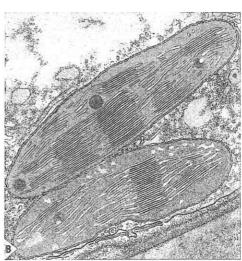
Quale ruolo svolge la clorofilla e dove si trova?

▽ Figura 29

A. Schema di un cloroplasto in cui si osservano le pile di tilacoidi e il sistema delle doppie membrane.

B. Due cloroplasti di una foglia di pianta di pisello al microscopio elettronico a trasmissione.





### hai raggiunto i tuoi obiettivi?

### paro le dhiave

. mitocondrio z claroniesto riologintesi z ATP

- Quali reazioni si svolgono nei mitocondri?
- 2. Descrivi la struttura dei cloroplasti.
- 3. A differenza dei mitocondri, i cloroplasti:
  - A sono circondati da una doppia membrana
  - S contengono una soluzione acquosa
  - © producono molecole organiche
  - D trasformano l'energia chimica in energia luminosa

- 4. I cloroplasti si trovano:
  - A negli organismi autotrofi eucarioti
  - B solo nei procarioti autotrofi
  - C negli organismi eterotrofi
  - D in tutte le cellule animali
- 5. Quale caratteristica non è propria dei mitocondri?
  - A contengono una molecola di
  - la membrana interna si ripiega a formare le creste
  - © demoliscono molecole organiche
  - D l'insieme delle creste costituisce i grani

### Lezione

# La distribuzione delle acque

## 1 L'insieme delle acque presenti sulla Terra costituisce l'idrosfera

Osservando le foto o le riprese effettuate dallo spazio, la Terra ci appare come un pianeta prevalentemente blu dato che quasi tre quarti della sua superficie sono ricoperti d'acqua.

#### Nell'eBook

Leggi l'approfondimento:

La molecola dell'acqua

La presenza dell'acqua rende il nostro pianeta diverso da tutti gli altri e, soprattutto, ha reso possibile la vita. L'acqua, infatti, è una componente essenziale di tutti gli esseri viventi, nei quali è presente con percentuali che variano dal 50% al 95% del peso corporeo. Si stima che la quantità d'acqua presente sulla Terra sia quasi un miliardo e mezzo di km³; l'acqua, inoltre, è l'unica sostanza che si

trova in tutti e tre gli stati di aggregazione: allo stato liquido negli oceani, nei mari, nei fiumi, nei laghi e nel sottosuolo, allo stato

solido nei ghiacciai e aeriforme nell'atmosfera.

Gli *oceani* e i *mari* contengono la percentuale maggiore di acqua, pari a circa il 97,2%: essi rappresentano il primo serbatoio d'acqua per importanza; seguono i *ghiacciai* (calotte polari e ghiacciai continentali) con il 2,15% e le *falde idriche* sotterranee con lo 0,61%. I *laghi* e i *fiumi* contengono solo lo 0,02% dell'acqua totale e l'*atmosfera*, dove l'acqua si trova sotto forma di vapore, contiene la quantità d'acqua minore (0,001%; figura 1). A questi serbatoi va aggiunta l'acqua presente all'interno degli esseri viventi, che rappresenta lo 0,00004% del totale.

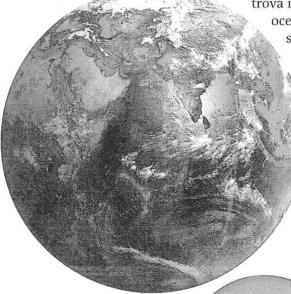
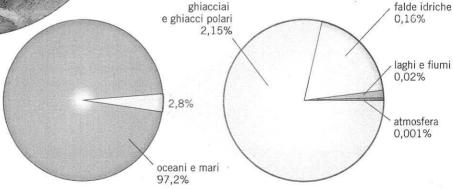


Figura 1 La distribuzione delle acque nei cinque serbatoi dell'idrosfera.



# 2 L'acqua si trasferisce continuamente da un serbatoio a un altro

Nell'eBook

Guarda l'animazione:

Il ciclo idrologico

Tra i cinque serbatoi dell'idrosfera avvengono continui scambi; l'insieme di questi scambi viene detto **ciclo dell'acqua** o *ciclo idrologico*.

Il ciclo dell'acqua si realizza attraverso il passaggio delle molecole d'acqua da uno stato di aggregazione all'altro (figura 2):

- da liquido ad aeriforme (evaporazione) oppure a solido (solidificazione);
- da aeriforme a liquido (condensazione) oppure a solido (brinamento);
- da solido ad aeriforme (sublimazione) oppure a liquido (fusione).

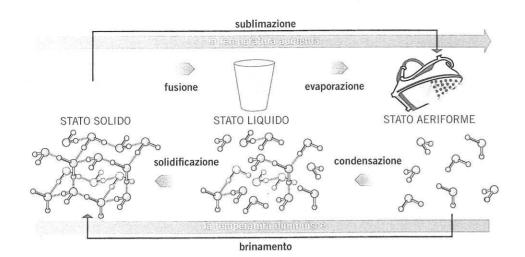
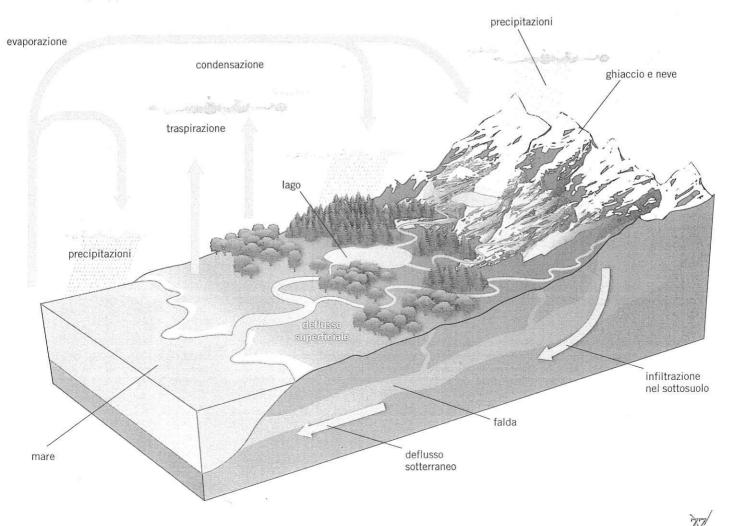


Figura 2 GIi stati fisici dell'acqua e i relativi passaggi di stato; sono evidenziati i legami tra le molecole d'acqua.

L'energia necessaria affinché avvengano questi passaggi di stato e l'acqua possa trasferirsi da un serbatoio all'altro è fornita dal Sole, attraverso le radiazioni che raggiungono la superficie terrestre.

Grazie a questa energia si compie una tappa fondamentale del ciclo idrologico (figura 3), ossia l'evaporazione dell'acqua che si trova nei mari, nei fiumi, nei laghi, nei suoli umidi e, in piccola parte, anche di quella contenuta negli organismi viventi tramite il fenomeno della *traspirazione*. Evaporando, l'acqua passa nell'atmosfera sotto forma di vapore acqueo che, salendo, si raffredda e condensa formando le nuvole. Le nuvole, spinte dai venti, si possono spostare da un punto all'altro del pianeta e possono dar luogo a precipitazioni; l'acqua in questo modo ritorna sotto forma di pioggia o di neve sulla superficie terrestre.

Figura 3 II ciclo dell'acqua; nel corso di questo processo l'acqua va incontro a cambiamenti nel suo stato di aggregazione.



# Le caratteristiche acque delle marine

## 4 La salinità può variare notevolmente da un mare all'altro

Quando pensiamo all'acqua di mare, ci viene subito in mente il suo caratteristico gusto salato e amaro, contrapposto al sapore delle acque presenti sui continenti, che chiamiamo «dolci». Il gusto dell'acqua di mare è dovuto all'elevata concentrazione di sali presenti in soluzione, cioè alla sua elevata salinità.

La salinità è una delle caratteristiche chimiche delle acque; essa si definisce come la quantità di sali disciolti in 1000 grammi di acqua e si indica con il simbolo ‰ (che significa «parti per mille»). I sali disciolti nei mari provengono dall'erosione dalle rocce e dei suoli attraversati dall'acqua. Il sale più abbondante nell'acqua di mare è il cloruro di sodio (NaCl), cioè il normale sale da cucina, che rappresenta più dei due terzi del totale (responsabile del caratteristico gusto salato); seguono il cloruro di magnesio (MgCl<sub>2</sub>, responsabile del sapore amaro dell'acqua marina) e vari solfati e carbonati (tabella 1).

La salinità media dell'acqua di mare si aggira intorno al 35‰; ciò significa che 1000 g di acqua marina contengono

in media 35 g di sali disciolti (figura 5A). Tuttavia, la salinità dell'acqua di mare può variare molto: essa, per esempio, è minima nei bacini marini che si trovano a latitudini medio-alte, come il Mar Baltico (salinità = 5‰), dove le precipitazioni e l'apporto di acqua dai fiumi sono abbondanti, mentre l'evaporazione è piuttosto scarsa. Al contrario, la salinità è elevata nei mari tropicali, come il Mar Rosso (salinità = 43‰), dove l'evaporazione è alta, mentre l'apporto di acqua dolce sia da parte dei corsi d'acqua sia mediante le precipitazioni è molto scarso (figura 5B).

La massa d'acqua naturale più salata della Terra è il Mar Morto: si tratta di un lago, a dispetto del nome, che, a causa della sua elevatissima concentrazione salina (fino a 332 g/kg), rappresenta uno degli ambienti più estremi e inospitali della Terra. Il Mar Morto contiene però alcune forme di vita, in prevalenza batteri, del tutto peculiari e uniche. Purtroppo, a causa dell'elevata evaporazione non sufficientemente compensata dall'apporto dei fiumi, questo grande lago salato sta scomparendo a una velocità molto elevata, circa 1 metro all'anno.

1000 g = 965 g + 35 g

acqua di mare acqua pura sali

Tabella 1. I diversi sali presenti nell'acqua di mare e le loro relative percentuali.

Sale	Quantità (g/l)	Percentuale %
NaCl	27,213	77,76
MgCl <sub>2</sub>	3,807	10,87
MgSO <sub>4</sub>	1,658	4,73
CaSO <sub>4</sub>	1,260	3,60
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,863	2,45
MgBr <sub>2</sub>	0,076	0,26
CaCO <sub>3</sub>	0,123	0,33
Totale	35,000	100,00

Figura 5
A Ogni kilogrammo di acqua di mare contiene in soluzione circa 35 grammi di sali.
B Nel Mar Rosso l'evaporazione è molto elevata.





### Idrosfera: le acque marine

# La salinità modifica le caratteristiche fisiche dell'acqua

Alcune caratteristiche fisiche dell'acqua marina, come la densità e la temperatura di congelamento, variano al variare della concentrazione salina.

La **densità** è il rapporto tra la massa e il volume di una determinata sostanza. A 25 °C 1 kg di acqua distillata occupa un volume di 1 dm³: quindi la sua densità è 1. La densità di una soluzione aumenta rispetto a quella dell'acqua pura tanto più quanto più aumenta la sua concentrazione. Puoi verificare facilmente questa caratteristica facendo il bagno in mare: a causa della sua maggiore densità, in mare si galleggia più facilmente che nell'acqua della piscina.

La **temperatura di congelamento** dell'acqua pura è diversa da quella di una soluzione salina; quest'ultima, infatti, passa allo stato solido a una temperatura inferiore. Un mare con una salinità del 35‰, per esempio, congelerebbe solo se la sua temperatura scendesse a -1,9 °C. Durante il passaggio di stato, l'acqua che congela si separa dai suoi sali; quindi, il ghiaccio che galleggia in superficie non è salato, mentre l'acqua sottostante diventa via via più salata e la sua temperatura di solidificazione diminuisce ulteriormente.

# 6 In mare la temperatura e la pressione variano in base alla profondità

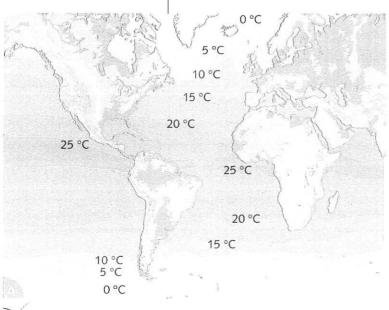
La **temperatura** dell'acqua di mare dipende dalla quantità di radiazione solare assorbita negli strati superficiali e, quindi, varia a seconda della stagione, della latitudine e della profondità (figura 6A); in mare aperto e all'Equatore essa supera solitamente i 25 °C, mentre nelle regioni polari è spesso vicina allo zero.

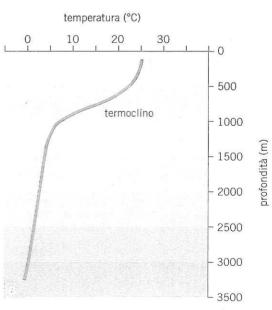
Il calore viene immagazzinato essenzialmente nei primi 100 m di profondità; a mano a mano che la profondità aumenta, la temperatura dell'acqua diminuisce, dapprima gradualmente e poi, tra i 500 e i 1000 m, sempre più rapidamente. Questo intervallo di profondità è chiamato *termoclino* (figura 6B). Oltre i 1000 metri di profondità, la temperatura si assesta intorno a un valore medio di 2-3 °C.

Al variare della profondità varia anche la **pressione**. Ogni 10 m circa di profondità, la pressione aumenta di 1 atmosfera (atm); nei punti più profondi degli oceani (come la fossa delle Marianne, che si trova nell'oceano Pacifico a est delle Filippine ed è profonda oltre 11000 m) la pressione può superare 1000 atm. All'aumentare della pressione aumenta anche la densità dell'acqua perché le particelle vengono «schiacciate» le une contro le altre dal peso della colonna d'acqua sovrastante.

Figura 6
A Valori medi della temperatura nell'oceano Atlantico; la temperatura diminuisce a mano a mano che ci si avvicina ai poli.

B Variazioni della temperatura in funzione della profondità.





# Z L'acqua marina contiene notevoli quantità di gas disciolti

Tra l'atmosfera e l'acqua marina si verificano continui scambi di gas a causa della diffusione molecolare; fra i gas che si sciolgono in acqua quelli più importanti dal punto di vista chimico e biologico sono l'ossigeno, l'azoto e l'anidride carbonica. Altri gas, come CO,  $N_2O$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$ , prodotti nelle acque superficiali dal metabolismo degli organismi viventi, sono presenti in quantità molto piccole e hanno una scarsa incidenza sul funzionamento dell'ecosistema oceanico.

La **solubilità dei gas** aumenta con la pressione (quindi con l'aumentare della profondità) e con il diminuire della temperatura, ma diminuisce con l'aumentare della salinità.

La quantità di ossigeno disciolto nelle acque oceaniche varia in modo caratteristico con la profondità: la zona superficiale è molto ricca di ossigeno a causa del contatto con l'atmosfera e dell'attività degli organismi fotosintetici, che liberano ossigeno come prodotto di scarto. Tra i 300 e i 1000 metri l'ossigeno in soluzione diminuisce sensibilmente fino a essere, in casi estremi, del tutto assente (anossia). Successivamente la concentrazione di O2 aumenta di nuovo progressivamente a causa della bassa temperatura e dell'apporto di acque di origine polare più fredde e ossigenate di quelle sovrastanti (figura 7).

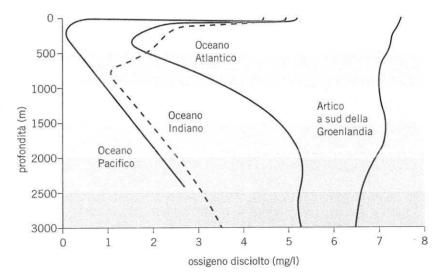


Figura 7 Distribuzione verticale dell'ossigeno disciolto (mg/l), negli oceani e nel Mar Artico.

La variazione della concentrazione di anidride carbonica nel mare ha un andamento più complesso di quella dell'ossigeno poiché dipende dalle interazioni tra idrosfera, atmosfera, litosfera (sedimenti, minerali in sospensione) e biosfera (organismi marini). Pur essendo presente nell'aria solo nella misura dello 0,03%, la CO2 ha una solubilità molto superiore rispetto all'azoto e all'ossigeno poiché reagisce con l'acqua formando acido carbonico; inoltre, viene prodotta dall'ossidazione della materia organica da parte dagli organismi marini, dalla decomposizione operata dei microrganismi sui resti organici che provengono dagli strati superficiali e giunge anche al mare trasportata dai fiumi sotto forma di carbonati. Per contro, la CO2 viene sottratta all'acqua da quei processi biochimici di costruzione degli scheletri e dei gusci degli organismi marini e dalla fotosintesi: quindi, la sua concentrazione, soprattutto nelle acque superficiali, subisce sistematicamente variazioni cicliche stagionali e diurne.

Tutte le caratteristiche chimico-fisiche elencate finora si riferiscono alle acque marine in condizioni normali, ovvero naturali, ma se il mare è inquinato, i delicati equilibri che garantiscono la vita vengono alterati.

Nell'eBook

Leggi l'approfondimento:

L'inquinamento delle acque marine



Perché la salinità del Mar Rosso è superiore a quella del Mar Baltico? Che cos'è il termoclino?

Come varia la temperatura di congelamento al variare della salinità?

Come si comportano i gas disciolti in acqua?

Che cosa si intende per l'anossia?



# Lezione

# L'azione geomorfologica dei movimenti marini

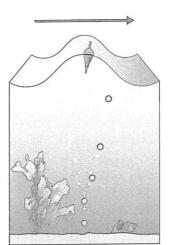
Figura 12 Le onde di oscillazione sono prodotte dal movimento rotatorio impresso dal vento alle particelle d'acqua.

Nell'eBook

Guarda l'animazione:

Il moto ondoso

### 10 La causa principale del moto ondoso è il vento



Nella lezione precedente abbiamo parlato di maree e di correnti, ma il movimento delle acque marine che più ci è familiare è il **moto ondoso**, un movimento irregolare e variabile generalmente provocato dal vento. Le onde del mare possono appena increspare una superficie quasi piatta, ma possono anche raggiungere altezze considerevoli fino alle onde catastrofiche degli tsunami.

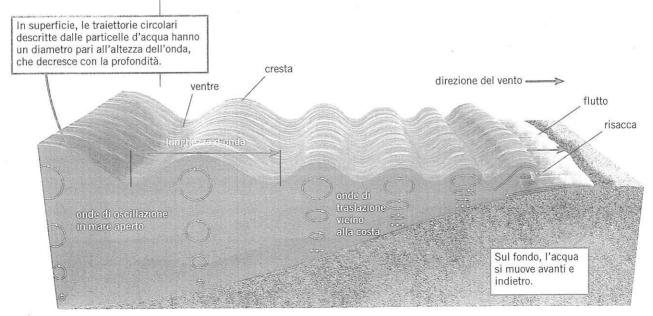
Ma come si formano le onde? In mare aperto, il soffio del vento colpisce le particelle d'acqua che si trovano in superficie, trasmette loro parte della sua energia e le spinge verso il basso; le particelle d'acqua, abbassandosi, premono a loro volta su quelle sottostanti, costringendole a spostarsi lateralmente e a innalzarsi; il moto che ne risulta è circolare (figura 12) e determi-

na in superficie quelle che vengono dette *onde di oscillazione*. Le onde di oscillazione sono chiamate così perché il movimento rotatorio delle particelle d'acqua provoca un'oscillazione di tipo verticale che fa spostare in su e in giù un oggetto galleggiante, il quale, però, rimane sempre nello stesso punto.

### 11 Vicino alla costa le onde formano i frangenti

Il movimento delle particelle d'acqua superficiali si trasmette anche agli strati sottostanti. A mano a mano che dal mare aperto ci si avvicina alla costa, lo spessore della massa d'acqua diminuisce: quando la profondità del fondale diventa uguale alla metà della *lunghezza d'onda*, ossia della distanza tra due creste o ventri successivi, le particelle d'acqua interessate dal moto ondoso oscillatorio iniziano a «sfregare» sul fondo. L'attrito con il fondale costringe le traiettorie circolari delle particelle che si trovano più in basso a «schiacciarsi» e diventare ellittiche (figura 13).

Figura 13 Formazione delle onde di traslazione e dei frangenti.



# Le proprietà fisiche dell'aria

### 1 L'atmosfera circonda e protegge la superficie terrestre

Nell'eBook

Leggi l'approfondimento:

L'atmosfera filtra i raggi solari L'atmosfera corrisponde all'involucro aeriforme che circonda la Terra e ruota insieme a essa trattenuta dalla forza di gravità; tale involucro è essenziale per la vita sul nostro pianeta non solo perché contiene la riserva di ossigeno necessaria alla maggior parte degli organismi per respirare e compiere le fondamentali funzioni vitali, ma anche perché filtra i raggi del Sole impedendo ad alcune radiazioni nocive di raggiungere la superficie terrestre. Inoltre, essa ci protegge da eventuali impatti di meteoriti provenienti dallo spazio; infatti i corpi solidi, entrando a contatto con l'atmosfera, tendono a disintegrarsi a causa dell'attrito con l'aria (figura 1A e B).

L'atmosfera svolge anche un'importante funzione regolatrice sia sul riscaldamento della Terra da parte dei raggi solari sia, attraverso il ciclo dell'acqua, sulla distribuzione dell'acqua tra oceani e continenti.

Figura 1
A Impatto con l'atmosfera del meteorite caduto in Russia il 15 febbraio 2013.
B Giunti sulla superficie terrestre, i resti del meteorite hanno bucato lo strato di ghiaccio che copriva il suolo.

### 2 L'atmosfera viene suddivisa in cinque fasce

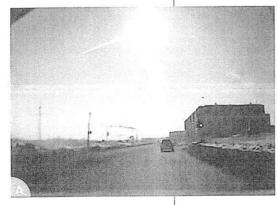
Circa il 50% dell'aria presente sul nostro pianeta è concentrato nei primi 5 km di altitudine e il 90% non supera i 16 km (figura 2A); oltre questa quota, l'aria si fa sempre più rarefatta. A una quota di 100 km è presente solo lo 0,00003% di tutti i

gas che costituiscono l'atmosfera, ma tracce di essi sono presenti anche molto al di sopra di questa quota; anzi, si può affermare che non esiste un limite esterno netto dell'atmosfera, ma che essa sfuma gradualmente verso lo spazio interplanetario.

L'atmosfera ha caratteristiche diverse a mano a mano che ci si allontana dalla superficie della Terra. In base alle variazioni di temperatura, di densità e di composizione si possono individuare cinque zone concentriche (figura 2B):

- la troposfera, che ha uno spessore medio di circa 10 km, in essa avvengono tutti i fenomeni meteorologici, come la formazione delle nuvole, le precipitazioni (pioggia, neve e grandine) e gli spostamenti di masse d'aria (vento);
- la stratosfera, cioè la fascia che circonda la Terra fino a un'altezza di 50 km, al suo interno è presente uno strato di ozono che, filtrando i raggi ultravioletti provenienti dal Sole, risulta indispensabile per le forme di vita terrestri;
- la mesosfera, che circonda la Terra fino a un'altezza di circa 80 km:
- la termosfera, che si trova tra gli 80 e i 600 km di altitudine ed è la fascia di atmosfera in cui si verificano le aurore polari (figura 20);
- l'esosfera, ossia la fascia più esterna dell'atmosfera, che si estende oltre i 600 km di altitudine.

Queste fasce sono differenziate e separate da intervalli di discontinuità detti *pause*.





Nell'eBook

Leggi gli approfondimenti:

Le cinque fasce dell'atmosfera

### 6

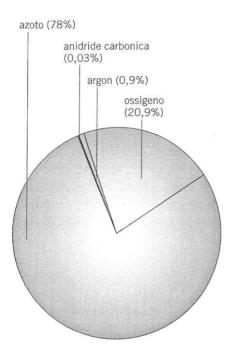
## 3 La composizione attuale della troposfera è diversa da quella dell'atmosfera primitiva

Nell'eBook

Leggi gli approfondimenti:
Lo strato di ozono
L'inquinamento da polveri
sottili

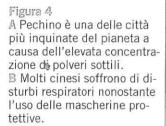
Figura 3 La composizione percentuale dell'aria.

La composizione della troposfera è oggi ben nota (figura 3): l'aria secca è un miscuglio i cui costituenti principali sono l'azoto (78,09%), l'ossigeno (20,94%), l'anidride carbonica (0,03%) e una piccola percentuale di altri gas, tra cui ricordiamo l'argon, il neon, il metano, l'ossido di carbonio, l'ozono e l'anidride solforosa (questi ultimi



gas sono presenti soprattutto in prossimità dei centri abitati). Nell'aria vi sono anche particelle solide (come le *polveri sottili* figura 4) che vengono trasportate dal vento; esse sono costituite prevalentemente da minerali provenienti dalla disgregazione della parte solida della Terra. L'aria, inoltre, non è mai completamente secca, ma contiene quantità variabili di vapore acqueo.

La composizione dell'atmosfera è cambiata notevolmente nel corso del tempo. Gli scienziati concordano nel ritenere che l'atmosfera primitiva fosse priva di ossigeno; alcuni sostengono che i gas in essa presenti fossero soprattutto metano, ammoniaca e idrogeno, mentre altri pensano che predominassero grandi quantità di anidride carbonica e azoto fuoriusciti durante le eruzioni vulcaniche.







nispond

Per quale motivo, se il nostro pianeta fosse privo di atmosfera, non potrebbe esistere la vita?

In che modo varia la temperatura dell'aria salendo di quota a partire dal livello del mare fino a oltre 600 km?

Quante e quali sono le fasce dell'atmosfera?

Con quale percentuale sono presenti i principali gas che compongono l'atmosfera?

misfero boreale la temperatura massima assoluta si registra solitamente in luglio o in agosto, mentre la temperatura minima si ha in gennaio o in febbraio. L'escursione termica riferita a un anno è detta escursione termica annua.

La media tra la temperatura massima e la temperatura minima può essere riferita a una giornata (media giornaliera), a un mese (media mensile) oppure a un anno (media annua). Con i valori delle temperature rilevati dalle stazioni meteorologiche si costruiscono le *carte delle isoterme* (figura 7); le isoterme sono le linee che uniscono i punti aventi la stessa temperatura media.

### 6 I gas serra contribuiscono a regolare la temperatura sulla Terra

Se nell'atmosfera non fossero presenti i cosiddetti gas serra, di cui il vapore acqueo rappresenta il componente principale, la superficie del nostro pianeta sarebbe troppo fredda per consentire la vita (circa –18 °C). Oltre al vapore acqueo, i gas serra comprendono alcuni gas naturali, quali l'anidride carbonica, il metano e gli ossidi di azoto. L'insieme di questi gas è in grado di ostacolare l'allontanamento dalla superficie terrestre di parte delle radiazioni termiche a onda lunga emesse dal suolo riscaldato dal Sole (radiazioni infrarosse) e di intrappolare il calore in prossimità della superficie terrestre

(figura 8); in pratica, tali gas si comportano come le pareti trasparenti di una serra (da qui il nome di *effetto serra*) e favoriscono la regolazione e il mantenimento della temperatura media annua globale dell'aria nella bassa troposfera, che attualmente è di circa 15 °C.

In assenza dei gas serra, la temperatura dell'atmosfera terrestre sarebbe più fredda di qualche decina di gradi, e il suolo sarebbe perennemente ghiacciato. Al contrario, l'atmosfera di Venere ha una concentrazione così alta di anidride carbonica e un effetto serra così intenso che la sua temperatura superficiale raggiunge i 500 °C.

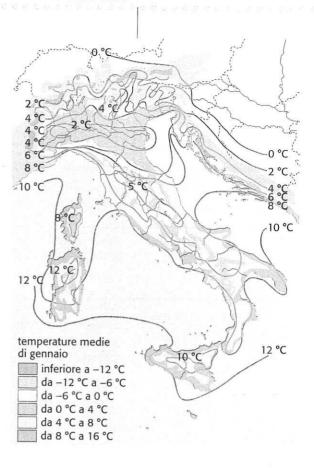


Figura 7 La carta delle isoterme riferita alle temperature medie registrate in Italia nel mese di gennaio.

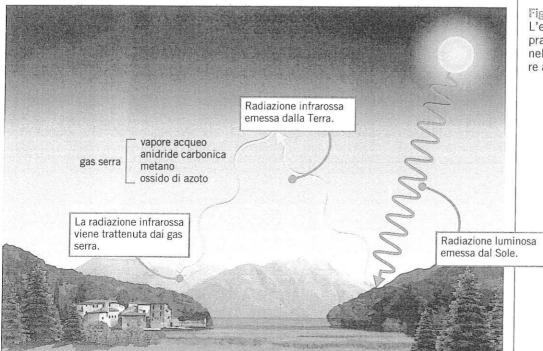


Figura 8 L'effetto serra è dovuto soprattutto alla presenza nell'atmosfera di CO<sub>2</sub> e vapore acqueo.

Atmosfera: l'aria e i suoi movimenti

# 7 L'aumento della concentrazione dei gas serra fa innalzare la temperatura dell'atmosfera

Le concentrazioni dei gas serra sul nostro pianeta si sono mantenute pressoché inalterate per migliaia di anni; l'equilibrio dei livelli di anidride carbonica, di vapore acqueo e degli ossidi di azoto dipende infatti da processi naturali di riciclaggio di sostanze come il carbonio, l'azoto e l'acqua.

Tuttavia, negli ultimi due secoli l'immissione di anidride carbonica nell'atmosfera è aumentata enormemente a causa dei processi di combustione dovuti alle attività umane (industria, centrali termoelettriche, riscaldamenti, automobili, allevamenti intensivi). Negli ultimi sessant'anni, la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera è passata dalle 315 parti per milione (ppm) registrate nel 1955 alle 391 ppm del 2012 (figura 9A).

Se le emissioni di CO<sub>2</sub> proseguiranno ai ritmi attuali, la concentrazione di questo gas serra nell'atmosfera raggiungerà nel 2100 un livello equivalente al doppio dell'anidride carbonica presente prima dell'era industriale. Secondo alcuni studiosi, tale concentrazione porterà a un aumento della temperatura media della Terra di circa 2–4 °C rispetto a quella registrata nel 1990.

Tra le varie conseguenze di questo riscaldamento globale o *global warming* (figura 9B), si prevedono importanti cambiamenti climatici e la parziale fusione dei ghiacci delle calotte polari già attualmente in atto.

Figura 9
A Aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> atmosferica da prima della rivoluzione industriale a oggi.
B Aumento della temperatura da prima della rivoluzione

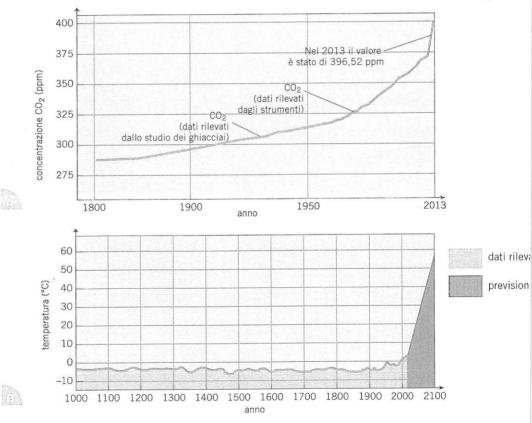
industriale a oggi.

Nell'eBook

Leggi l'approfondimento:

eruzioni vulaniche

Polveri sottili, gas serra ed



Perché d'inverno nelle località costiere le temperature sono mediamente più alte?

Perché la temperatura massima dell'aria viene raggiunta intorno alle due del pomeriggio e non a mezzogiorno?

Quale ruolo svolgono i gas serra nel regolare la temperatura dell'aria?

Perché la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera è aumentata in maniera significativa negli ultimi due secoli?



### La pressione dell'aria e le carte del tempo

### 8 La pressione dell'aria varia al variare dell'altitudine

L'aria che costituisce l'atmosfera ha un certo peso e, quindi, esercita sulla superficie terrestre una pressione detta pressione atmosferica. Il primo scienziato che dimostrò che l'aria esercita una pressione misurabile fu Evangelista Torricelli, il quale nel 1643 osservò sperimentalmente che la pressione dell'aria è equivalente a quella esercitata da una colonnina di mercurio avente la sezione di un centimetro quadrato e alta 760 mm (figura 10). Questo valore (760 mmHg, cioè millimetri di mercurio), preso come unità di misura della pressione atmosferica, è chiamato atmosfera (atm); attualmente, secondo le disposizioni del SI (Sistema Internazionale), l'unità di misura della pressione è il pascal: 1 pascal (Pa) corrisponde alla pressione esercitata dalla forza di 1 newton (N) su una superficie di 1 m² (tabella 2).

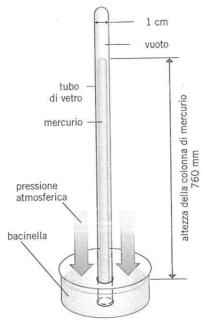


Figura 10 Il barometro di Torricelli.

Nell'eBook

Leggi l'approfondimento:

Evangelista Torricelli

Guarda il video:

La pressione dell'aria

Tabella 2 Conversione delle unità di misura della pressione atmosferica.

atmosfere	millimetri di mercurio	millibar	ettopascal
1 atm	760 mmHg	1013 mbar	1013 hPa

Poiché la pressione di 1 Pa è molto piccola, di solito vengono utilizzati i suoi multipli, come per esempio l'ettopascal (hPa), che equivale a 100 Pa. In meteorologia viene anche utilizzato il bar, che equivale a 100 000 Pa. Lo strumento che misura la pressione atmosferica è il barometro (figura 11).

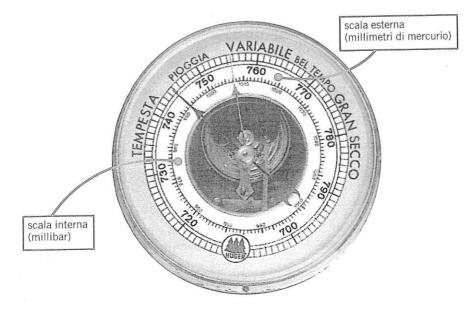
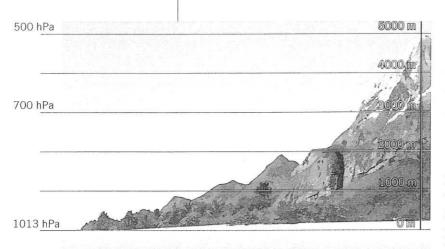


Figura 11
Osservando le differenze di pressione riportate dalle lancette di un moderno barometro, è possibile prevedere che tempo farà nei giorni successivi.





Ogni punto della superficie terrestre è sottoposto a una pressione che dipende dal peso della colonna d'aria sovrastante; pertanto, la pressione atmosferica varia con l'altitudine. La pressione atmosferica è massima a livello del mare e diminuisce a mano a mano che si sale di quota perché diminuisce lo spessore della massa d'aria sovrastante; a 2000 m di altezza, per esempio, a parità di altre condizioni la pressione ha un valore inferiore di circa il 20%, mentre a 5000 m è circa la metà di quella misurabile a livello del mare (figura 12).

Figura 12 La pressione atmosferica diminuisce con l'altitudine.



### La pressione atmosferica dipende anche dalla temperatura dell'aria e dalla sua umidità

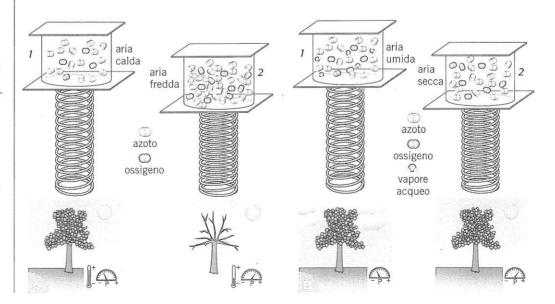
Oltre che dall'altitudine, la pressione di una massa d'aria dipende anche dalla temperatura e dall'umidità. Le particelle allo stato aeriforme, in continuo movimento, hanno una velocità dipendente dalla *temperatura*: più la temperatura è elevata e più le particelle si muovono velocemente.

La *densità* dell'aria (che è uguale al rapporto massa/volume) dipende, di conseguenza, dalla temperatura; poiché le particelle di aria calda si muovono più velocemente, esse sono più lontane le une dalle altre rispetto a quelle contenute in un uguale volume di aria fredda. Pertanto l'aria calda, a parità di volume, pesa meno dell'aria fredda ed esercita una pressione minore sulla superficie terrestre (figura 13A).

Anche il grado di *umidità* dell'aria è in stretta relazione con la sua pressione. L'aria secca è costituita fondamentalmente da azoto e ossigeno, mentre l'aria umida contiene anche quantità variabili di vapore acqueo. L'aria umida è più leggera dell'aria secca perché il vapore acqueo è più leggero sia dell'azoto sia dell'ossigeno (un litro di vapore acqueo pesa circa 2/3 di un litro di azoto e circa la metà di un litro di ossigeno). Poiché il numero di particelle contenute nell'unità di volume dipende dalla temperatura, a parità di temperatura l'aria umida contiene alcune particelle di vapore acqueo al posto di particelle di azoto e ossigeno; pertanto, l'aria umida pesa meno dell'aria secca e quindi esercita sulla superficie terrestre una pressione minore (figura 13B).

Figura 13 A Un certo volume di aria calda (1) pesa meno di un uguale volume di aria fredda (2) poiché questa è più densa, ovvero contiene più molecole.

B Un certo volume di aria umida (1) pesa meno di un uguale volume di aria secca (2) poiché le molecole d'acqua presenti nell'aria umida sono più leggere dell'azoto e dell'ossigeno.



# 10 Le carte del tempo si costruiscono in base ai valori delle pressioni atmosferiche

La **meteorologia** è la scienza che studia i processi che hanno luogo nell'atmosfera e le loro influenze sul clima. La conoscenza dei valori della pressione atmosferica è di notevole importanza per i meteorologi; con questi valori espressi in ettopascal (o in millibar) i meteorologi possono infatti informarci con buona approssimazione sulle condizioni del tempo previste per i giorni seguenti in una determinata area geografica. Per ottenere un riscontro visivo della situazione, gli esperti costruiscono le **carte del tempo** che, come tutte le carte, dispongono di una loro specifica simbologia (figura 14).

Unendo tutti i punti che presentano la stessa pressione atmosferica, si ottengono delle linee curve chiuse e concentriche dette *isobare*. Una zona in cui le isobare hanno valori crescenti dal centro alla periferia è chiamata **area ciclonica** e sulla carta è contrassegnata dalla lettera B (bassa pressione); invece, se le isobare hanno valori più alti al centro che alla periferia, l'area è detta **anticiclonica** e si indica con la lettera A (alta pressione). Le zone di alta pressione sono associate a tempo bello, assenza di nuvole e scarsa umidità; nelle zone cicloniche, invece, il tempo atmosferico è brutto e caratterizzato da forte umidità, copertura nuvolosa e spesso anche da precipitazioni.

Sulla carta del tempo sono tracciate anche linee curve che indicano i **fronti**, ossia le superfici d'incontro tra masse d'aria con temperatura e umidità diverse. I fronti possono essere caldi o freddi e sono all'origine delle perturbazioni atmosferiche.

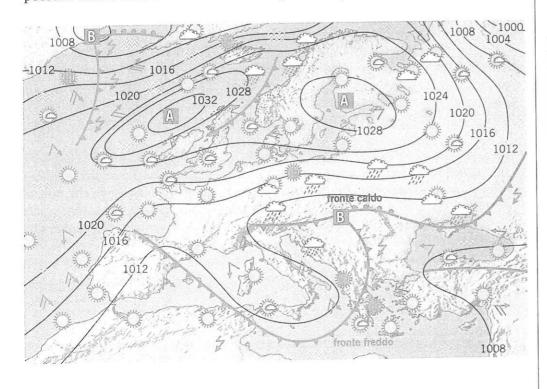


Figura 14
Questa carta del tempo mostra i valori della pressione atmosferica sull'Europa.
Nelle zone contrassegnate con la lettera A il tempo è bello, mentre in quelle contrassegnate con B c'è brutto tempo.



In che modo si misura la pressione atmosferica?
In che modo la pressione atmosferica varia al variare dell'altitudine?
Perché la densità di una massa d'aria dipende dalla sua temperatura?
Come viene individuata sulla carta del tempo un'area ciclonica?