

Cristina Cavazzuti  
Daniela Damiano

# Terra, acqua, aria

Seconda edizione

# Capitolo 7

## L'atmosfera

1. Le proprietà fisiche e chimiche dell'atmosfera
2. La temperatura e la pressione dell'aria
3. I venti
4. I fenomeni meteorologici

# Lezione 1

## **Le proprietà fisiche e chimiche dell'atmosfera**

# 1. La stratificazione dell' atmosfera

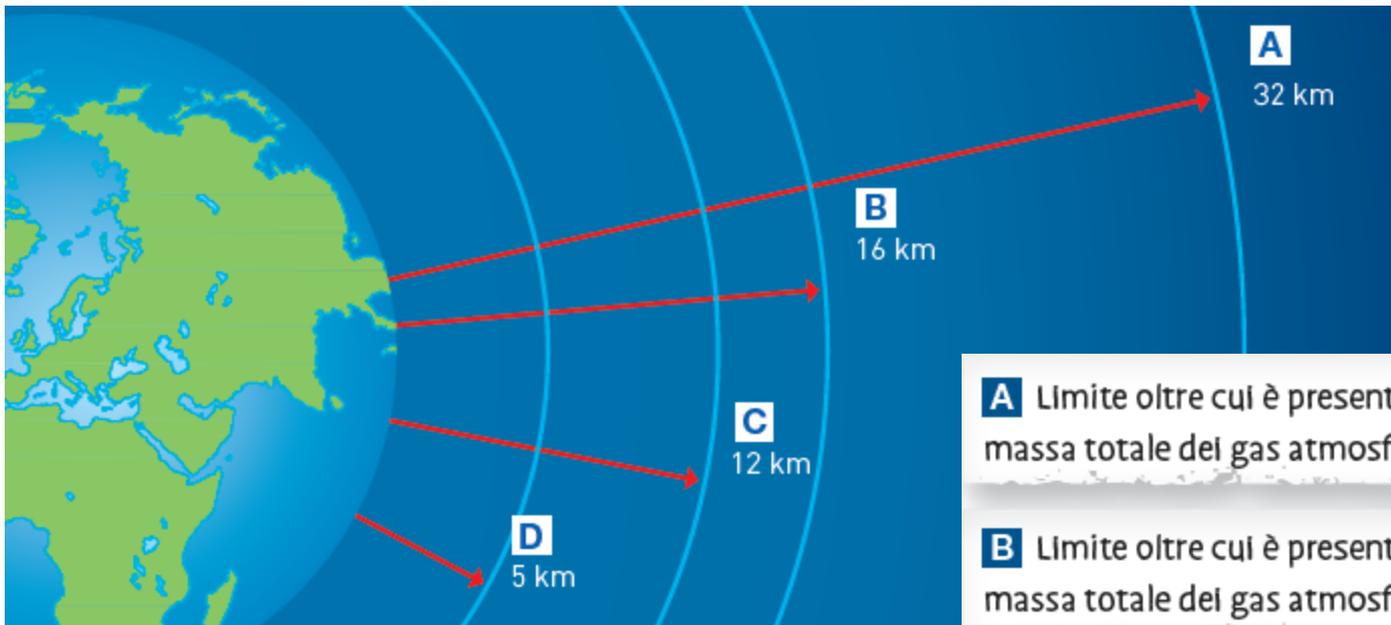
L' **atmosfera** è l' involucro gassoso che circonda la Terra; è essenziale per la vita sul nostro pianeta perché:

- contiene la riserva di *ossigeno* necessaria alla maggior parte degli organismi;
- filtra i *raggi del Sole* impedendo ad alcune radiazioni nocive di raggiungere la superficie terrestre;
- ci protegge da eventuali impatti di *meteoriti* provenienti dallo spazio.

# 1. La stratificazione dell' atmosfera

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.

Oltre questa quota, l' aria si fa sempre più rarefatta.



**A** Limite oltre cui è presente il 99% della massa totale dei gas atmosferici.

**B** Limite oltre cui è presente il 90% della massa totale dei gas atmosferici.

**C** Limite oltre cui è presente il 75% della massa totale dei gas atmosferici.

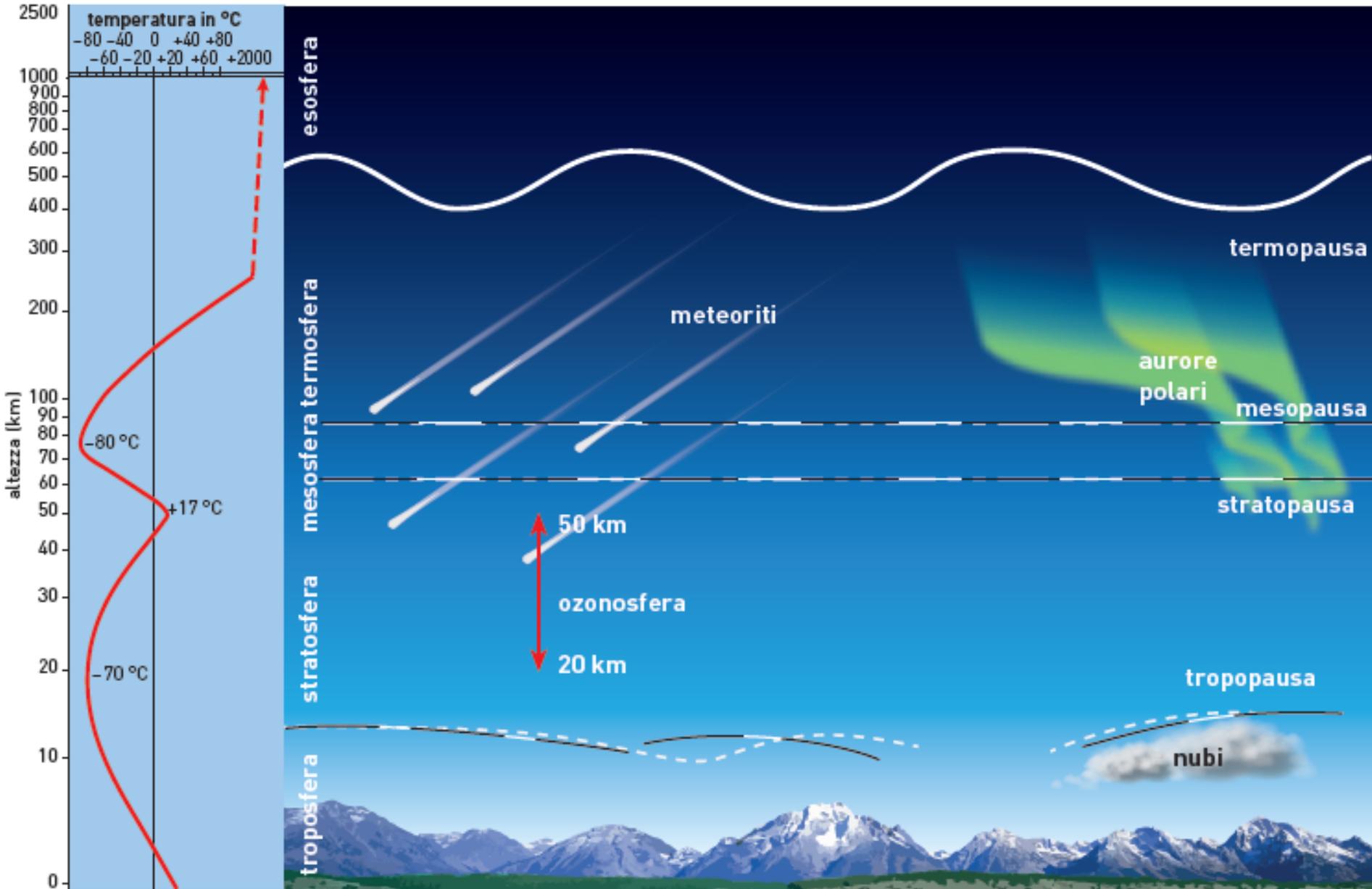
**D** Limite oltre cui è presente il 50% della massa totale dei gas atmosferici.

# 1. La stratificazione dell' atmosfera

L' atmosfera ha caratteristiche diverse via via che ci si allontana dalla superficie della Terra. Si possono distinguere cinque **fasce atmosferiche** separate da intervalli di discontinuità detti **pause**.

- La **troposfera** ha uno spessore medio di circa 10 km. In essa avvengono tutti i fenomeni meteorologici.
- La **stratosfera** è la fascia che circonda la Terra fino a un' altezza di 50 km. Al suo interno è presente uno *strato di ozono* che filtra i raggi ultravioletti provenienti dal Sole.
- La **mesosfera** circonda la Terra fino a un' altezza di circa 80 km.
- La **termosfera** si trova tra gli 80 e i 600 km di altitudine; è la fascia di atmosfera in cui si verificano le aurore polari.
- L' **esosfera** è la fascia più esterna dell' atmosfera: si estende oltre i 600 km di altitudine.

# 1. La stratificazione dell'atmosfera



## 2. La composizione dell' atmosfera

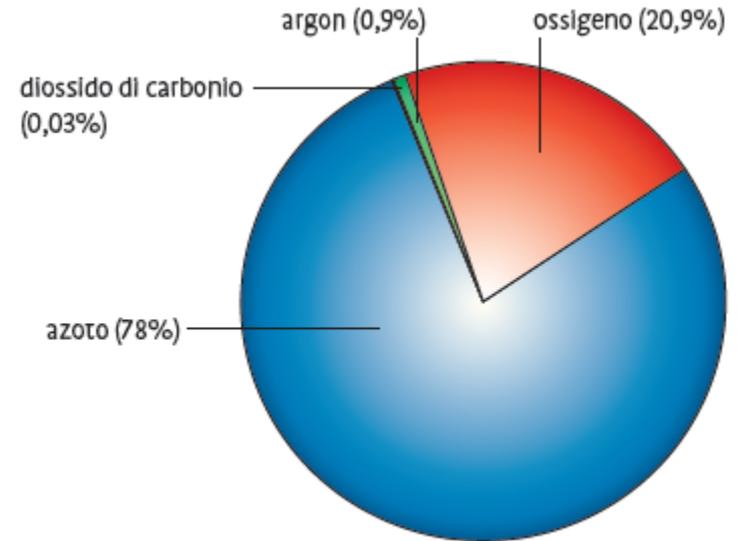
In base alla composizione, l' atmosfera è suddivisa in *bassa* e *alta atmosfera*.

La composizione della **bassa atmosfera** è un miscuglio di azoto, ossigeno, diossido di carbonio e una piccola percentuale di altri gas.

L' aria contiene anche *particelle solide* trasportate dal vento (**pulviscolo atmosferico**) e quantità variabili di *vapore acqueo*.

Nell' **alta atmosfera** non c' è vapore acqueo e i gas sono stratificati in base alla densità.

L' atmosfera primitiva era *priva di ossigeno*, immesso dopo la comparsa degli organismi fotosintetici.

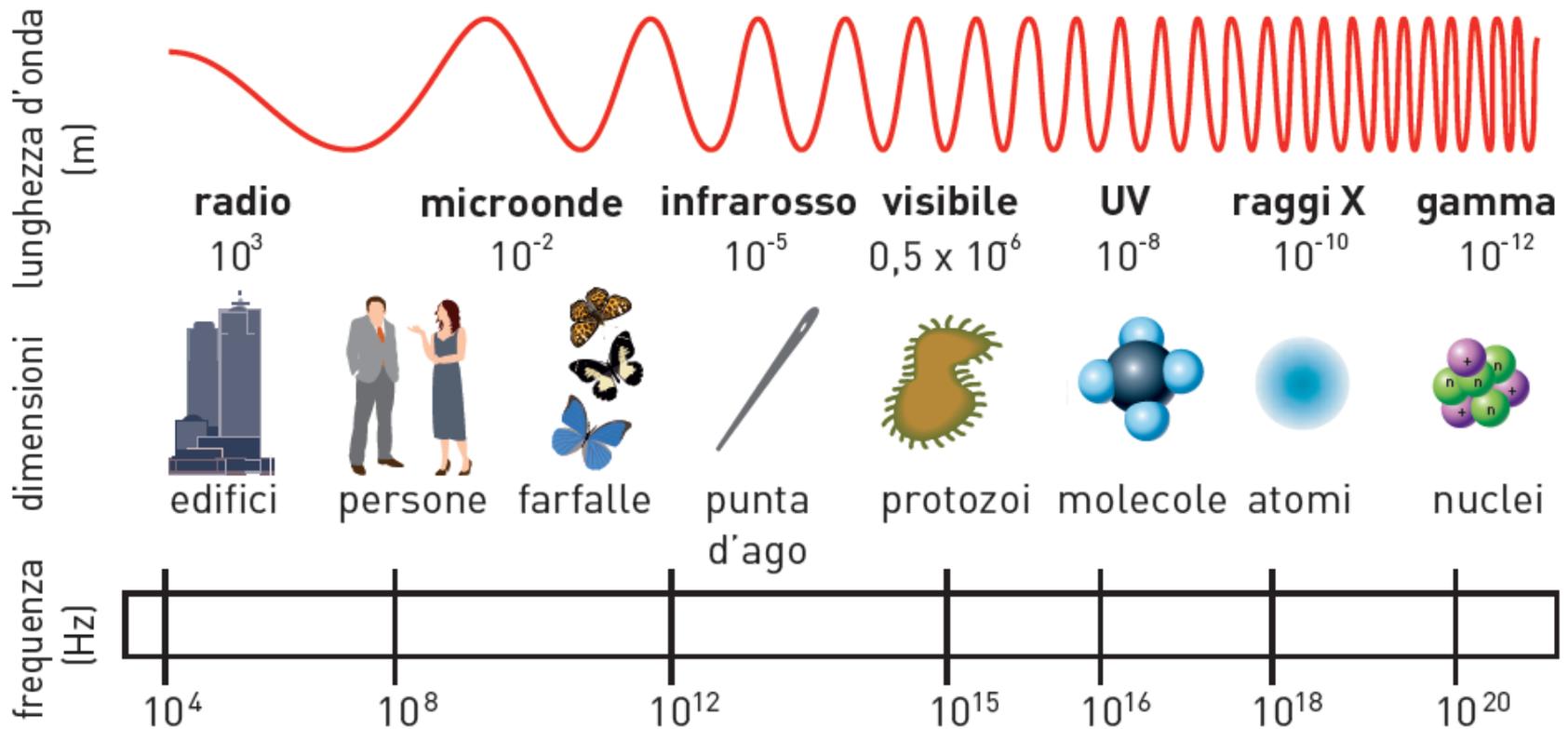


# Lezione 2

## **La temperatura e la pressione dell'aria**

## 4. Il bilancio termico della Terra

La maggior parte dell' energia solare raggiunge la Terra sotto forma di **radiazioni elettromagnetiche**.



## 4. Il bilancio termico della Terra

Di tutte le radiazioni solari che arrivano ai confini dell'atmosfera, solo il 51% circa riesce ad attraversarla.

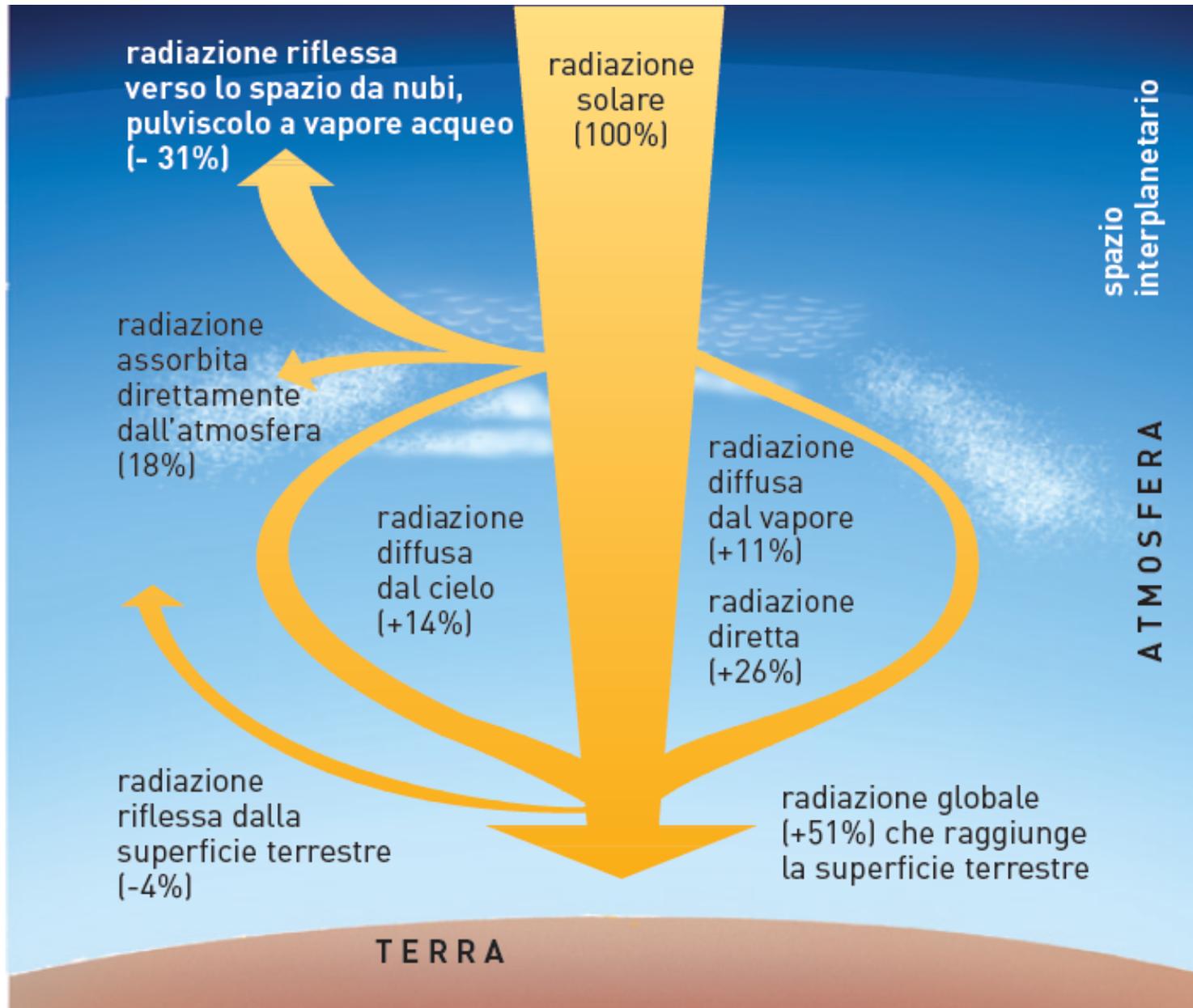
Tra le radiazioni che penetrano nell'atmosfera, il 25% prende il nome di **radiazione diffusa**.

Del 26% di **radiazione diretta** che attraversa indisturbata l'atmosfera fino al suolo, circa il 4% è *riflesso* dalla superficie terrestre.

La maggior parte delle radiazioni che giungono al suolo si trasforma in *energia termica*.

L'1% dell'energia solare è usato dal mondo dei viventi.

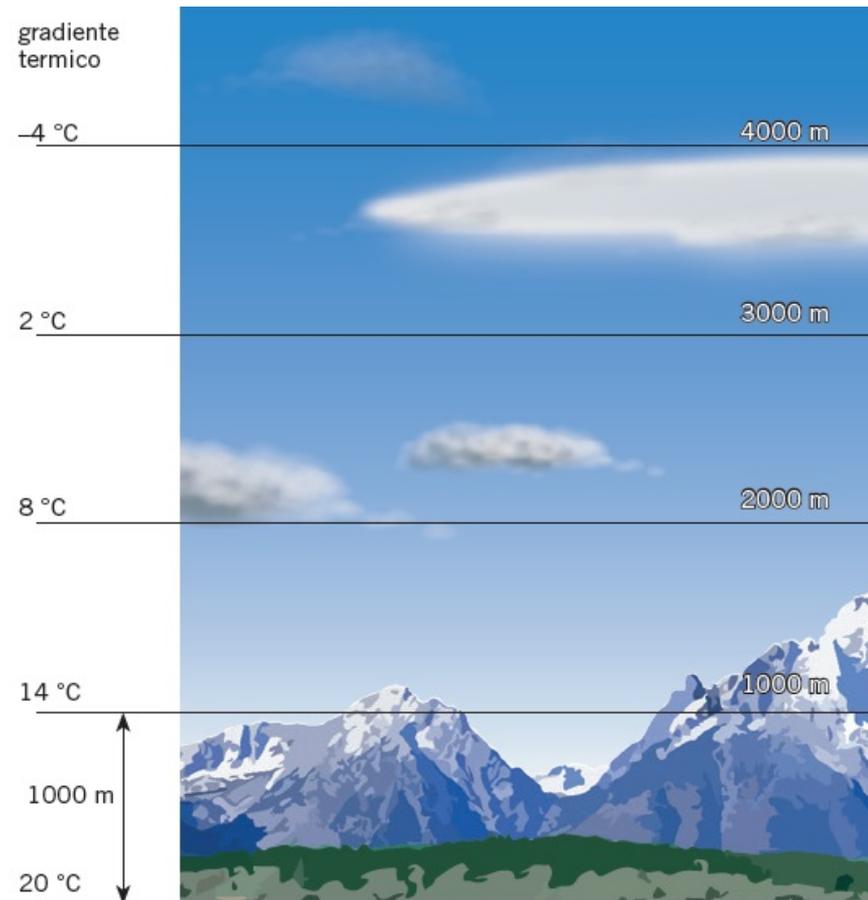
## 4. Il bilancio termico della Terra



## 5. Le variazioni di temperatura dell'aria

La temperatura dell'aria dipende innanzitutto dall'**altitudine**: poiché l'aria si riscalda dal basso, più ci si allontana dalla superficie terrestre, più la temperatura scende.

La diminuzione di temperatura in rapporto all'altitudine è detto **gradiente termico verticale**.



## 5. Le variazioni di temperatura dell'aria



A parità di altitudine la temperatura dell'aria diminuisce con l'aumentare della distanza dall'**Equatore**.

Un altro fattore che influenza la temperatura dell'aria è la distribuzione delle terre emerse e delle masse d'**acqua** dolce e marina.

## 6. Le variazioni termiche giornaliere, mensili e annuali

In prossimità del suolo la temperatura dell'aria subisce notevoli **variazioni giornaliere regolari** dovute al variare dell'altezza del Sole sull'orizzonte.

La temperatura massima dell'aria viene raggiunta quando l'energia ricevuta dal Sole è pari a quella emessa dal suolo.

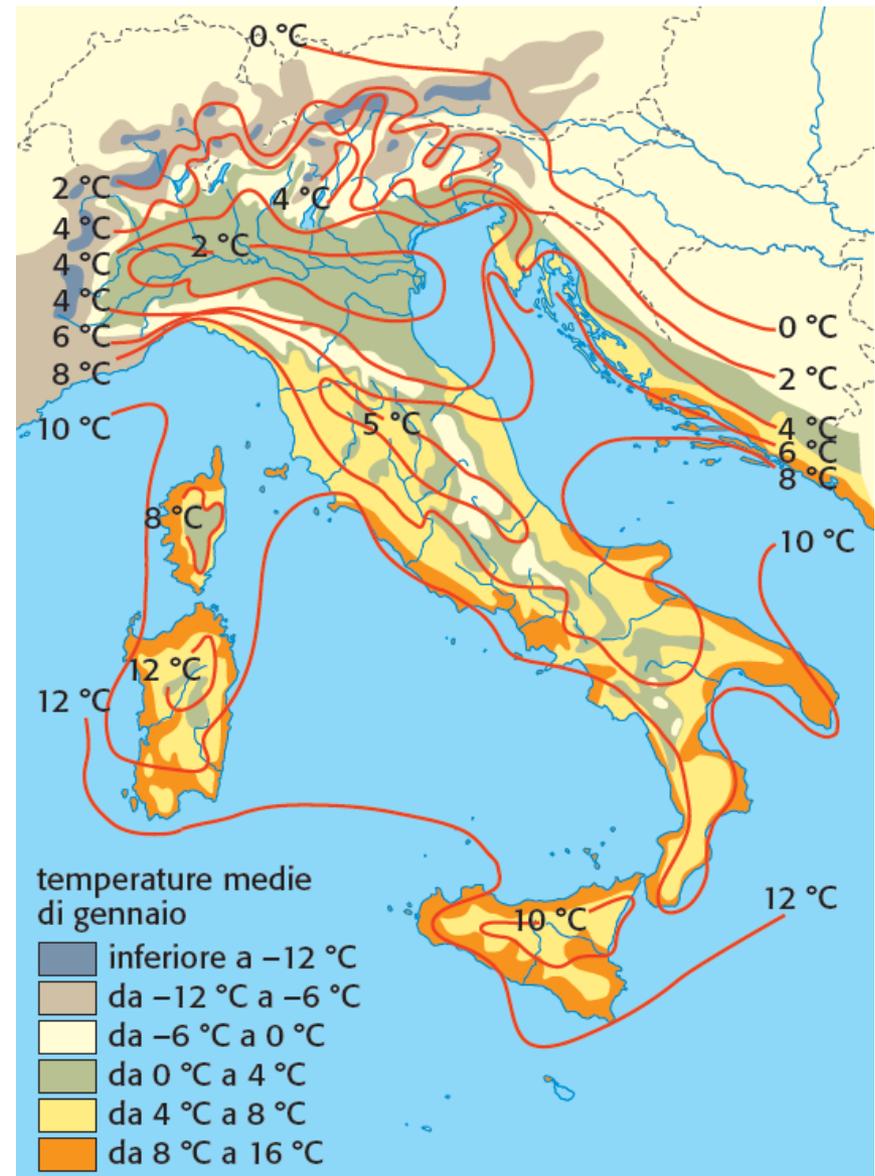
La differenza tra la temperatura massima e la minima registrate in uno stesso giorno è chiamata **escursione termica diurna**.

L'escursione termica riferita ad un anno è detta **escursione termica annua**.

## 6. Le variazioni termiche giornaliere, mensili e annuali

La media tra la temperatura massima e minima può essere *giornaliera, mensile o annua*.

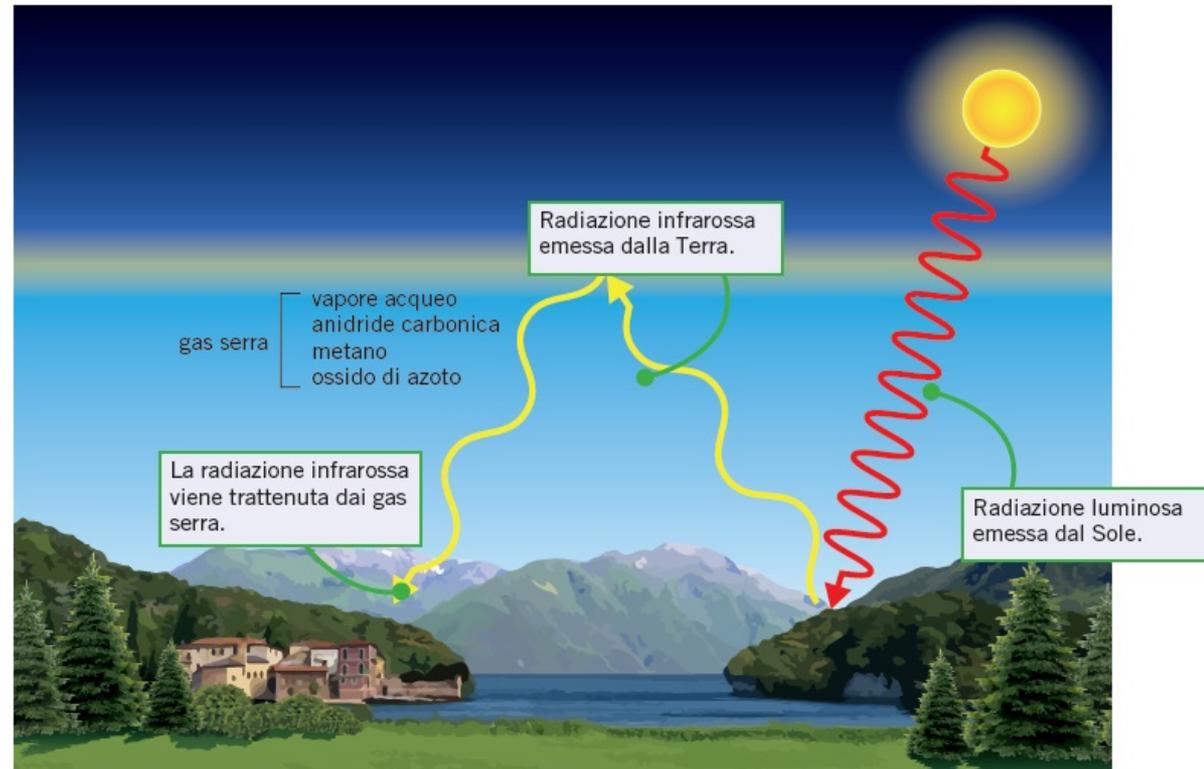
Con i valori delle temperature rilevati dalle stazioni meteorologiche si costruiscono le **carte delle isoterme**.



## 7. I gas serra

Se nell'atmosfera non ci fossero i **gas serra**, di cui il vapore acqueo rappresenta il componente principale, la superficie del nostro pianeta sarebbe troppo fredda per la vita.

L'insieme dei gas serra ostacola l'allontanamento dalla superficie terrestre di una parte delle radiazioni infrarosse emesse dal suolo riscaldato dal Sole e intrappola il calore in prossimità della superficie. Si parla per questo di **effetto serra**.



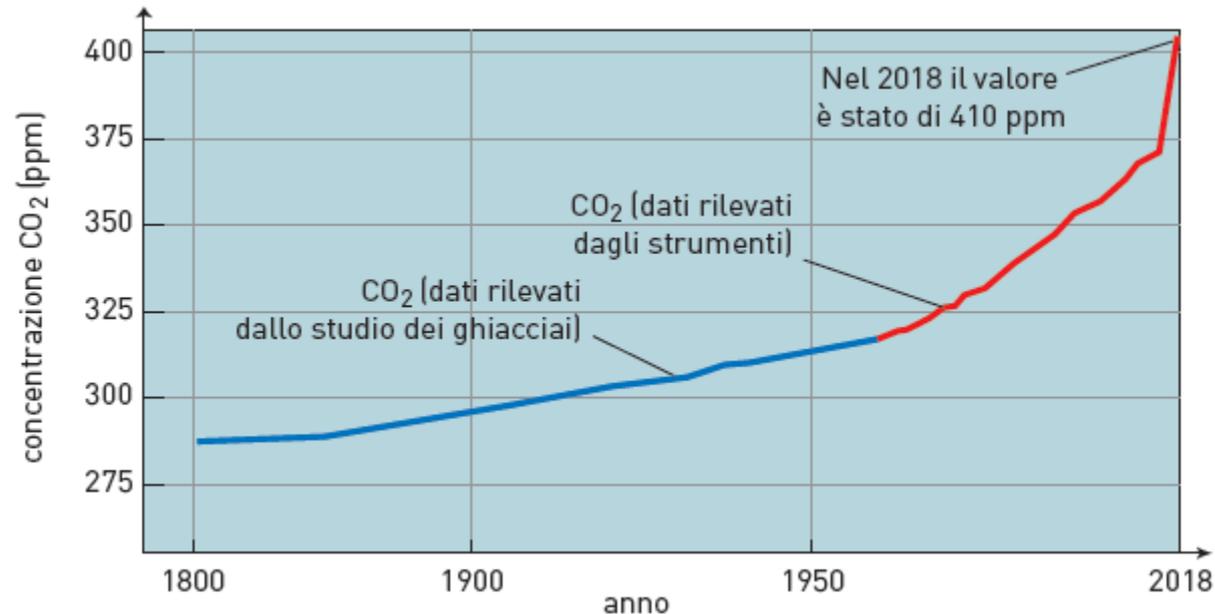
## 7. I gas serra

L'equilibrio tra i livelli di diossido di carbonio, vapore acqueo e ossidi

carbonio, l'azoto e l'acqua.

Negli ultimi due secoli l'immissione di CO<sub>2</sub> è aumentata enormemente a causa dei processi di combustione dovuti alle attività umane.

Tra le conseguenze di questo **riscaldamento globale** o *global warming* si prevedono importanti cambiamenti climatici e la parziale fusione dei ghiacci delle calotte polari già oggi in atto.



## 8. Gli effetti delle polveri sottili

Le **polveri sottili**, note anche come PM (*Particulate Matter*), sono particelle di materia sospese nell'aria di dimensioni inferiori ai 10  $\mu\text{m}$ .

Si originano da fenomeni naturali e a causa dell'attività umana.

La loro presenza nell'atmosfera porta a una diminuzione della temperatura, detta **oscuramento globale** (o *global dimming*).

Le polveri sottili si classificano in base alla dimensione, composizione e provenienza.

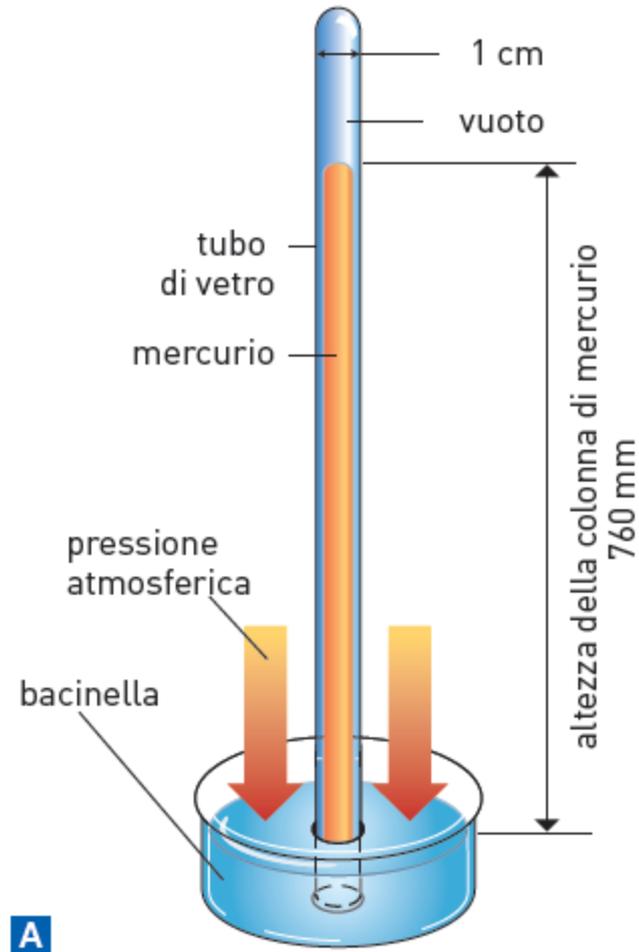
A seconda della grandezza, una volta inalate queste particelle si accumulano nei bronchi, negli alveoli polmonari o nel sangue, provocando vari **danni all'organismo**.



## 9. Le variazioni di pressione atmosferica

L'aria che costituisce l'atmosfera ha un certo peso e, quindi, esercita sulla superficie terrestre una pressione detta **pressione atmosferica**.

Nel 1643 Evangelista Torricelli osservò sperimentalmente che la pressione dell'aria è equivalente a quella esercitata da un colonnina di mercurio con sezione di un centimetro quadrato e alta 760 mm. Questo valore (760 mmHg) è chiamato **atmosfera (atm)**.



A

## 9. Le variazioni di pressione atmosferica

L'unità di misura della pressione nel Sistema Internazionale è il **pascal**: 1 pascal (Pa) è la pressione esercitata dalla forza di 1 newton (N) su una superficie di 1 m<sup>2</sup>.

La pressione si misura con il **barometro**.



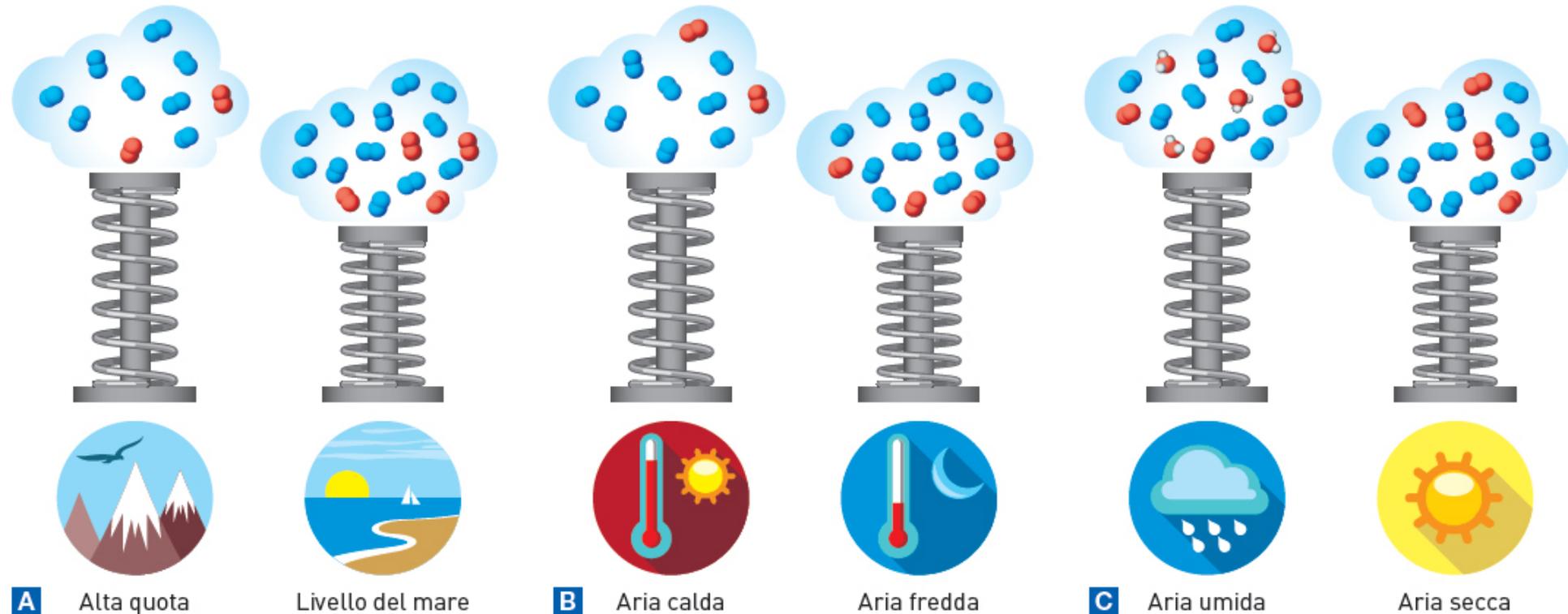
Ogni punto della superficie terrestre è sottoposto a una pressione che dipende dal peso della colonna d'aria sovrastante; pertanto la pressione atmosferica varia con l'altitudine.

# 9. Le variazioni di pressione atmosferica

Oltre che dall' **altitudine**, la pressione dell' aria dipende anche dalla **temperatura** e dall' **umidità**.

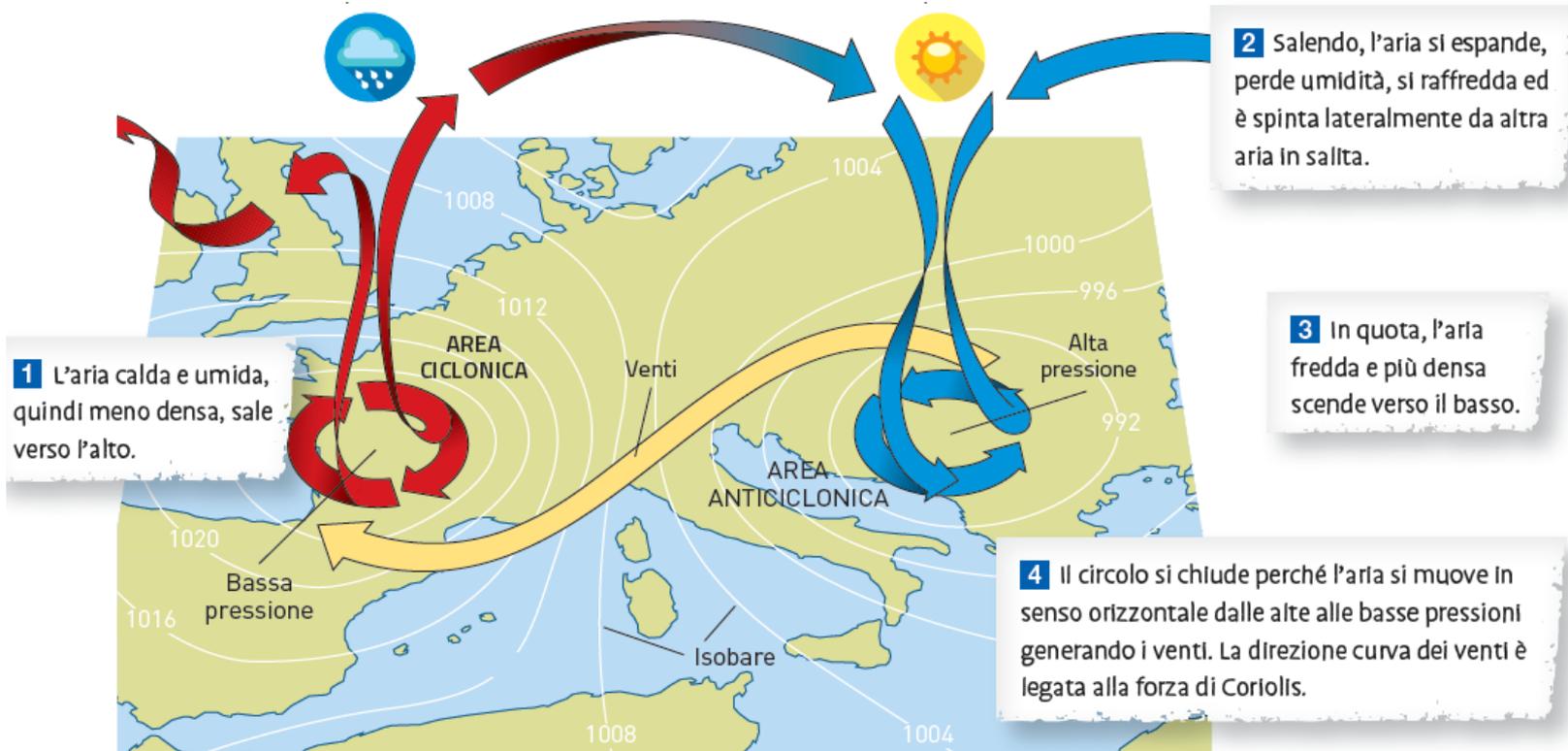
L' *aria calda e umida* pesa meno e quindi esercita una pressione minore sulla superficie terrestre rispetto all' *aria fredda e secca*.

La pressione atmosferica varia in funzione di altitudine (A), temperatura (B) e umidità (C).



# 10. Le aree cicloniche e anticicloniche

L'aria calda e umida tende a salire, generando zone di *bassa pressione*, mentre l'aria fredda e secca tende a scendere generando zone di *alta pressione*. Le masse d'aria in risalita (bassa pressione) sono dette **aree cicloniche** e sono associate a brutto tempo, nuvole e precipitazioni. Le masse d'aria in discesa (alta pressione) sono dette **anticicloniche** e sono associate a bel tempo, secco e sereno.



# 10. Le aree cicloniche e anticicloniche

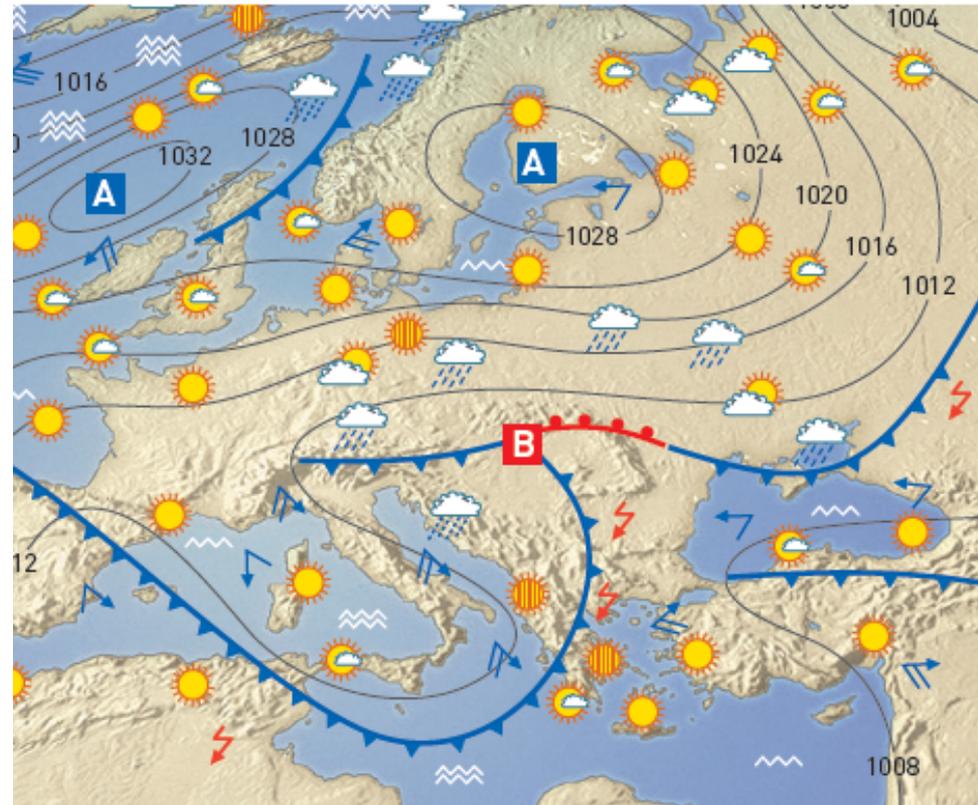
La **meteorologia** è la scienza che studia i processi che hanno luogo nell'atmosfera e le loro influenze sul clima.

Per ottenere un riscontro visivo si costruiscono le **carte del tempo**.

Unendo tutti i punti che presentano la stessa pressione atmosferica si ottengono delle linee curve chiuse, concentriche dette **isobare**.

Una zona in cui le isobare hanno valori crescenti dal centro alla periferia è chiamata **area ciclonica** e sulla carta è segnata con la lettera B (*bassa pressione*).

Se invece 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*).



# Lezione 3

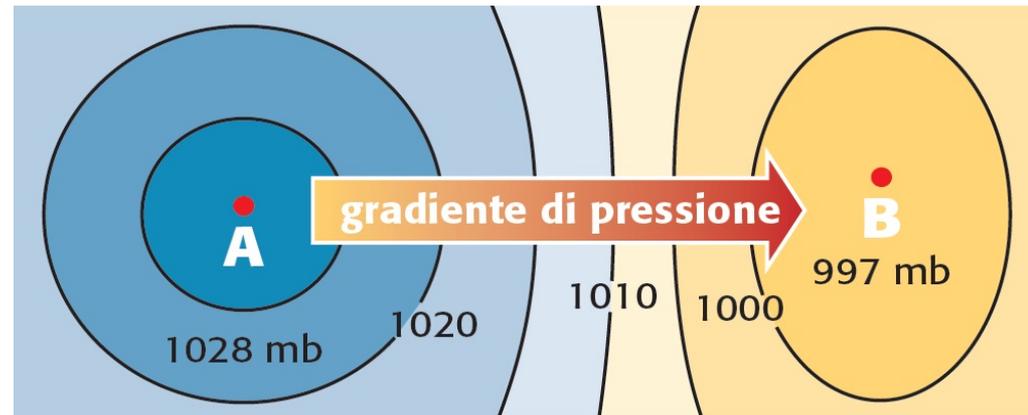
## I venti

# 11. La velocità e la direzione del vento

L'aria che sovrasta zone diverse si trova in condizioni di pressioni differenti; tale situazione determina il movimento di masse d'aria che chiamiamo **vento**.

Le differenze di pressione responsabili dei movimenti di masse d'aria sono dette **gradienti barici** o *gradienti di pressione*. Il gradiente barico orizzontale determina la **velocità** del vento.

La *velocità* del vento si misura in nodi con gli **anemometri**; la *direzione* con gli **anemoscopi**. I venti possono essere classificati anche in base al loro **andamento annuo**.



Gli anemometri misurano la velocità del vento.



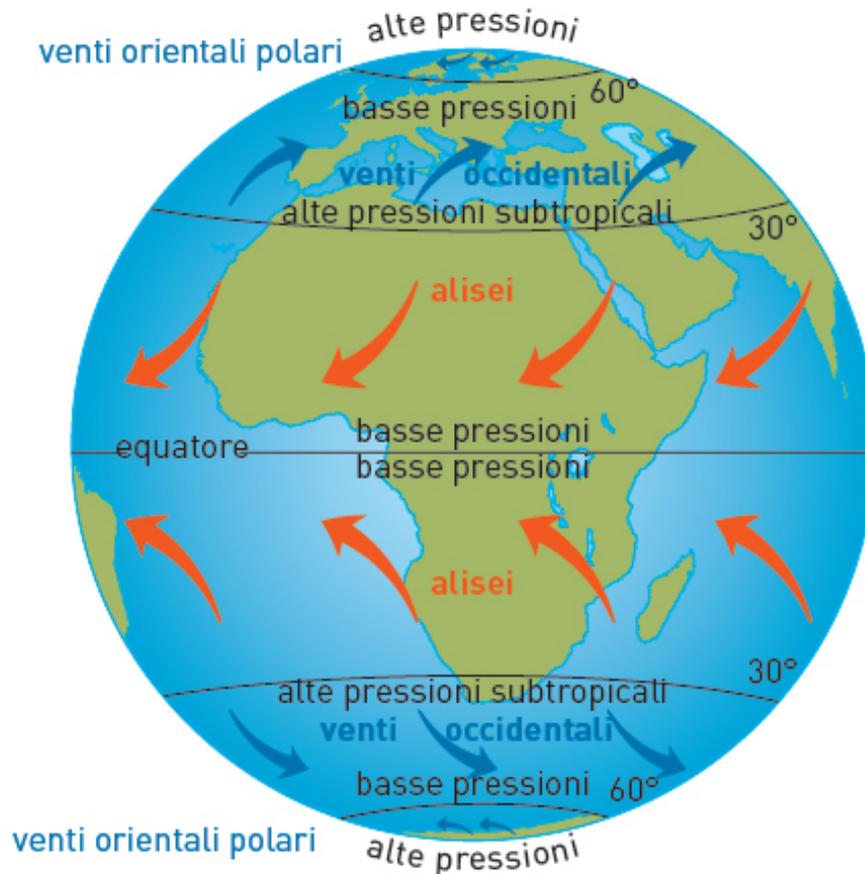
Le maniche a vento, misurano la direzione del vento.

## 12. I venti costanti

I movimenti di masse d'aria che salgono raffreddandosi per poi scendere altrove compiono un ciclo, detto **cella convettiva**.

In ogni emisfero sono presenti celle di alta e bassa pressione che si alternano, dando vita a venti regolari e costanti.

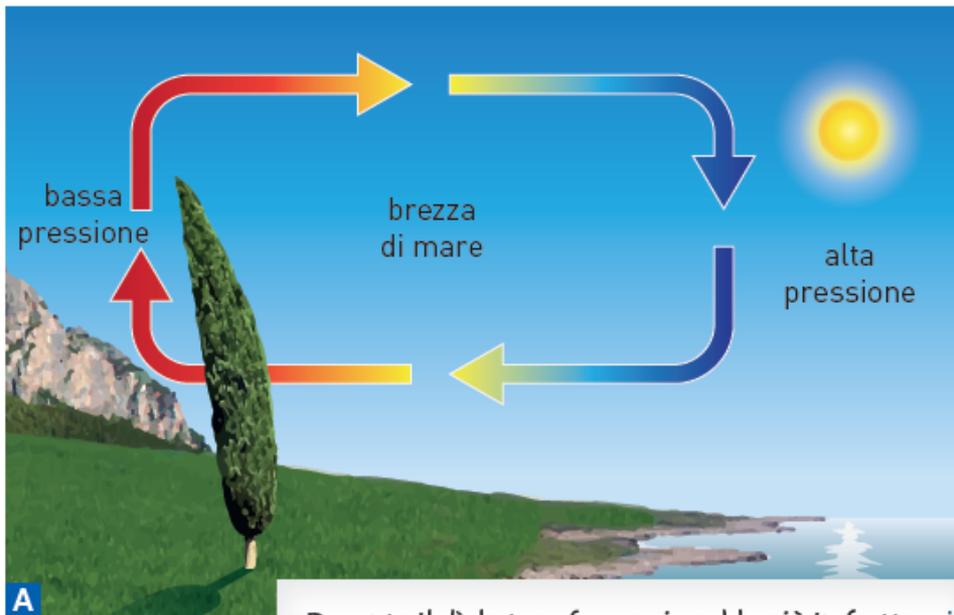
I **venti costanti** spirano sempre nella stessa direzione e verso. Sono provocati da dislivelli di pressione generati dalla diversa distribuzione dell'energia solare. Ne sono un esempio gli **alisei** che interessano le celle tra i tropici e l'Equatore, i **venti occidentali** che interessano le celle delle medie latitudini e i **venti orientali polari** delle alte latitudini.



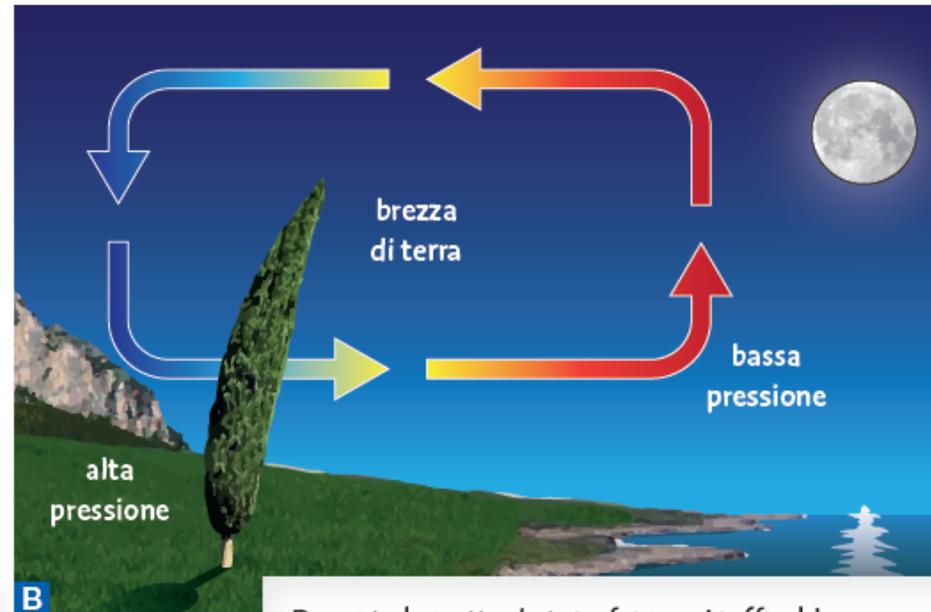
## 13. I venti periodici

Le celle convettive di dimensioni ridotte che si formano in alcune zone a intervalli regolari danno origine ai **venti periodici**.

Le **brezze** sono dovute ossia alla differenza di pressione che si determina tra la massa d'aria che si trova sopra il mare e quella che si trova sopra la terraferma nelle ore diurne e notturne.



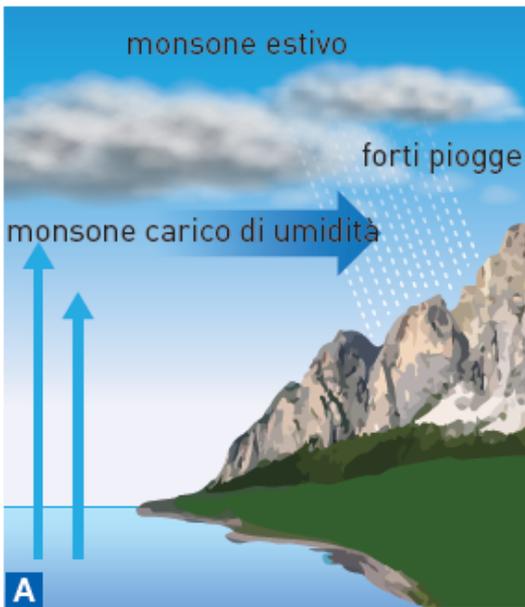
Durante il dì, la terraferma si scalda più in fretta dell'acqua e si formano correnti ascensionali calde che richiamano aria fresca dal mare: la **brezza di mare**.



Durante la notte, la terraferma si raffredda più in fretta dell'acqua e si formano correnti ascensionali calde sul mare che richiamano aria fresca dal continente: la **brezza di terra**.

# 13. I venti periodici

Altri venti periodici, a carattere stagionale e su vasta scala, sono i **monsoni**. Essi sono originati dall'inversione stagionale delle zone di alta e bassa pressione sull'Oceano Indiano e sul continente asiatico.



In *estate* sul continente si ha una bassa pressione dovuta al maggiore riscaldamento della terraferma. Ciò richiama aria umida dal mare.

In *inverno* l'oceano si raffredda di meno e genera un'area di bassa pressione. Ciò richiama aria secca dalla terraferma.



# Lezione 4

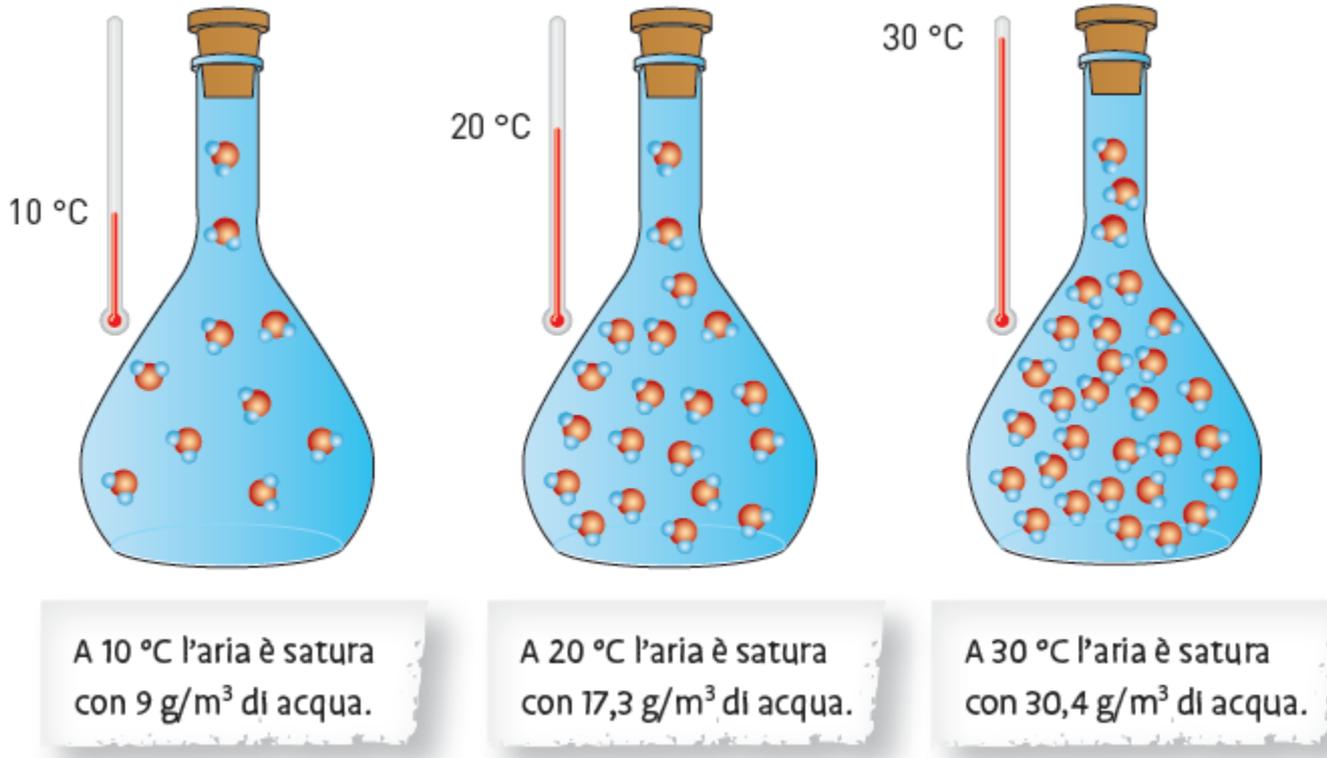
## I fenomeni meteorologici

# 14. L'umidità dell'aria

L'aria satura di vapore contiene la massima quantità di vapore acqueo possibile a una data temperatura: oltre il **limite di saturazione** il vapore condensa. L'aria più calda ha un limite di saturazione più alto.

La quantità di vapore acqueo contenuto in metro cubo di aria è detta **umidità assoluta**.

L'**umidità relativa** è espressa in % rispetto al valore di saturazione.



## 14. L'umidità dell'aria

Se l'aria subisce un abbassamento di temperatura e si supera il limite di saturazione, il vapore acqueo condensa attorno ai **nuclei di condensazione**.

La temperatura a cui l'aria diviene satura e il vapore condensa è detta *temperatura di rugiada*.

A contatto con il suolo si forma la **rugiada**; mentre quando il fenomeno interessa l'intero strato di atmosfera in prossimità della superficie, in assenza di vento e cielo sereno, si forma la **nebbia**.

Quando la temperatura dell'aria scende rapidamente sotto lo zero e il vapore acqueo passa direttamente allo stato solido per sublimazione, si formano la **brina** a contatto con il suolo e la **galaverna** sugli alberi.

## 15. Le nuvole

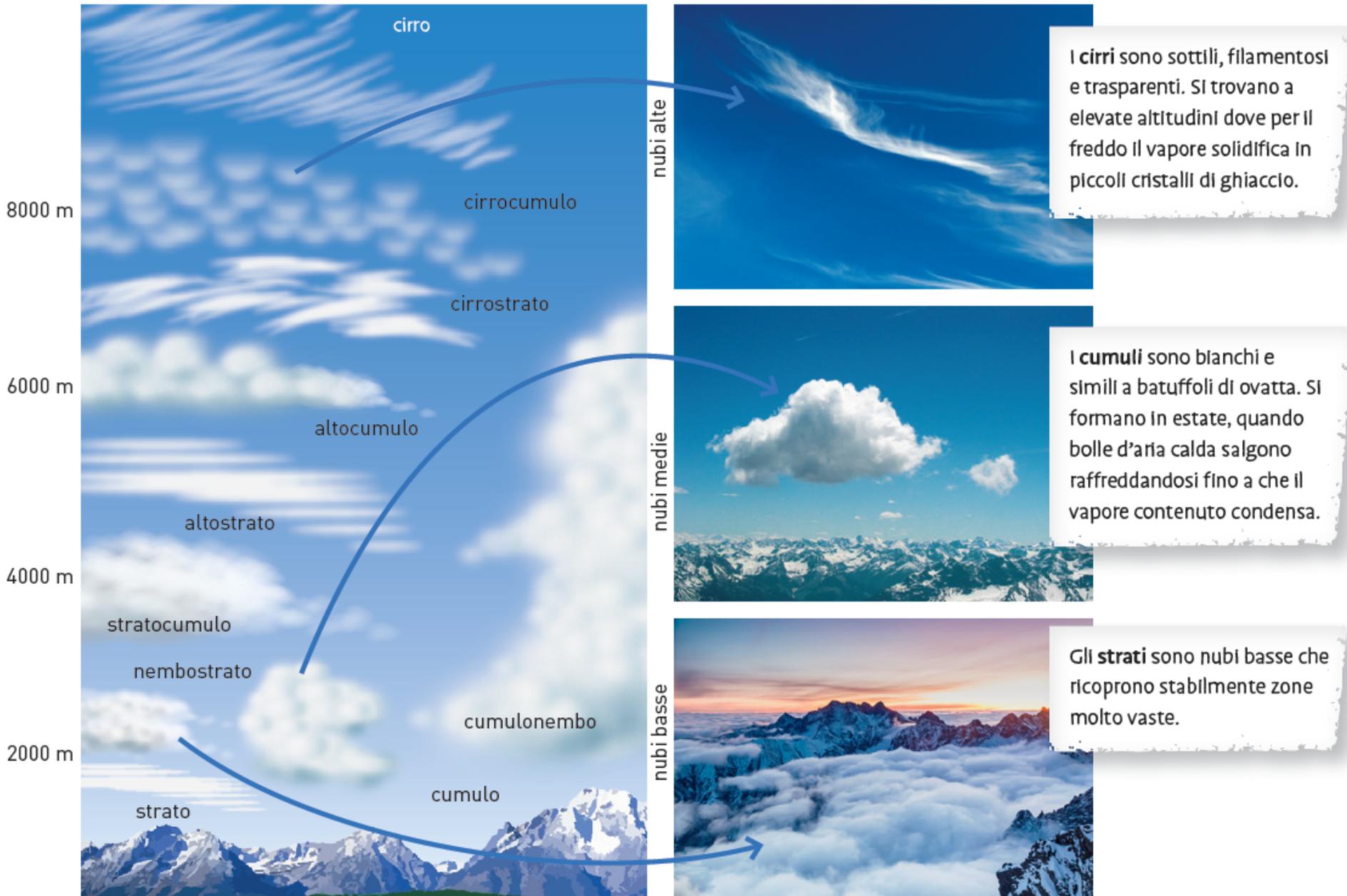
Se il raffreddamento dell'aria è dovuto alla sua risalita in quota o all'incontro in quota di masse d'aria a temperatura diversa, si formano le **nuvole** o *nubi*.

In base alla forma e all'altitudine, le nuvole si classificano in dieci categorie che sono le varianti di tre forme principali: **cumuli**, **strati** e **cirri**.

Quando la nube dà origine a precipitazioni si aggiunge il termine **nembo**.

Le nuvole che si formano quando una massa d'aria incontra un rilievo e sale per superarlo sono dette **nubi orografiche**. Esse possono portare piogge intense su un versante.

# 15. Le nuvole

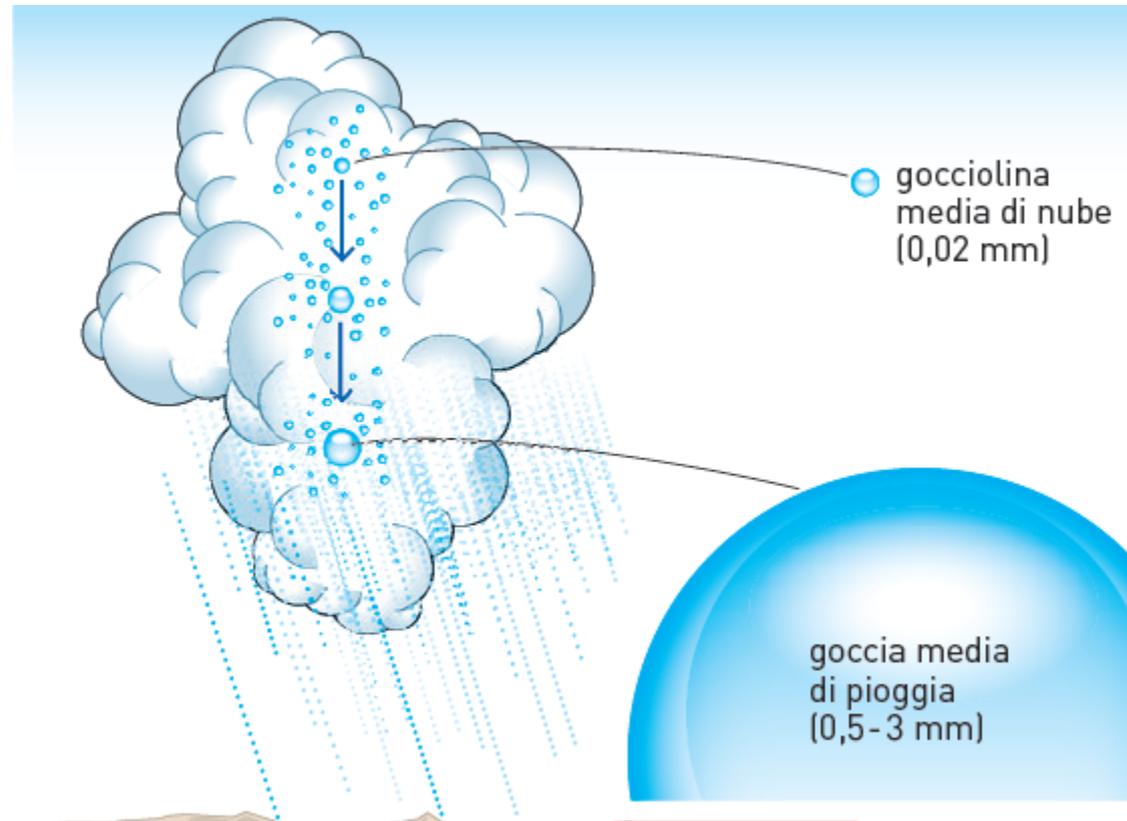


# 16. Le precipitazioni atmosferiche

Se la temperatura interna di una nuvola è attorno ai  $0^{\circ}\text{C}$ , contiene solo goccioline d'acqua molto piccole.

Se però molto vapore condensa, le gocce si ingrossano e, diventando pesanti, cadono al suolo sotto forma di **pioggia**.

Se la temperatura è inferiore ai  $0^{\circ}\text{C}$ , nella nube si formano cristalli di ghiaccio che si aggregano e giungono a terra sotto forma di **neve**.

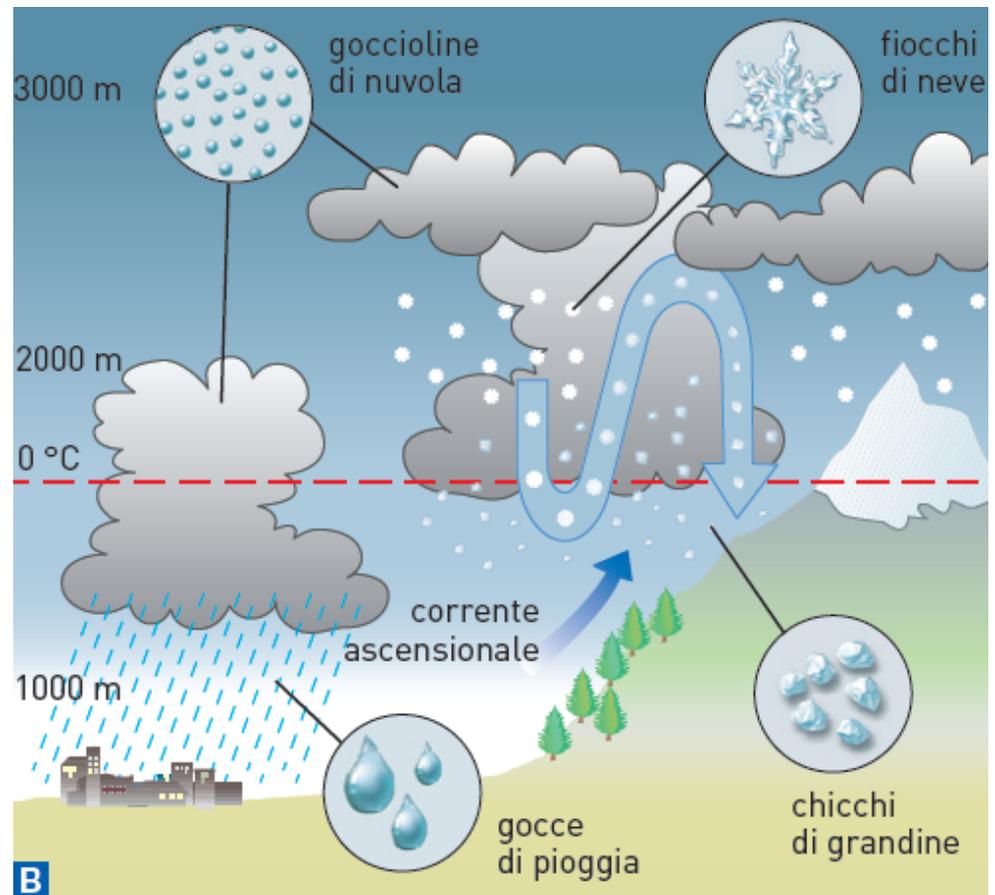


# 16. Le precipitazioni atmosferiche

Nelle *nubi miste* sono presenti sia goccioline d'acqua sia cristalli di ghiaccio. In queste nubi verticali si formano correnti ascensionali che fanno risalire le gocce d'acqua, trasformandole in ghiaccio. I granelli scendono e si scontrano con altre goccioline che si rivestono di ghiaccio.

Si forma così la **grandine**.

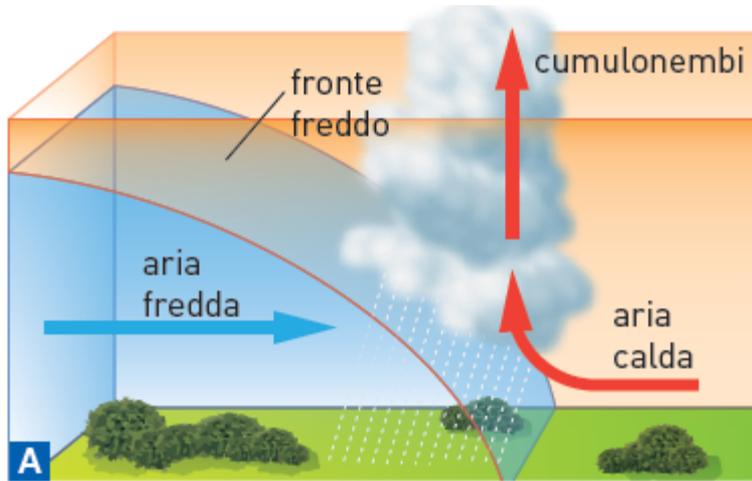
I chicchi di grandine si muovono e si accrescono nella nuvola finché diventano troppo pesanti e precipitano al suolo.



# 17. I fronti e le perturbazioni atmosferiche

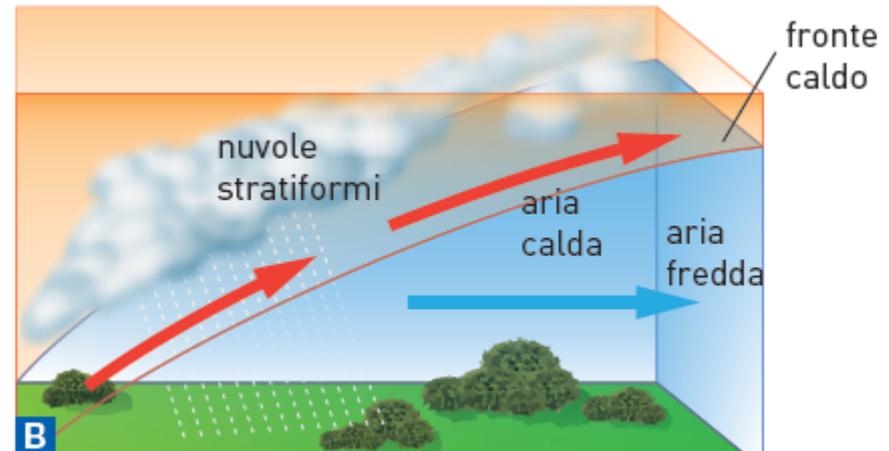
Una **massa d'aria** è una porzione di troposfera con condizioni omogenee di umidità e temperatura.

Quando due masse d'aria con caratteristiche diverse si incontrano, rimangono separate da una superficie di contatto detta **fronte atmosferico**.



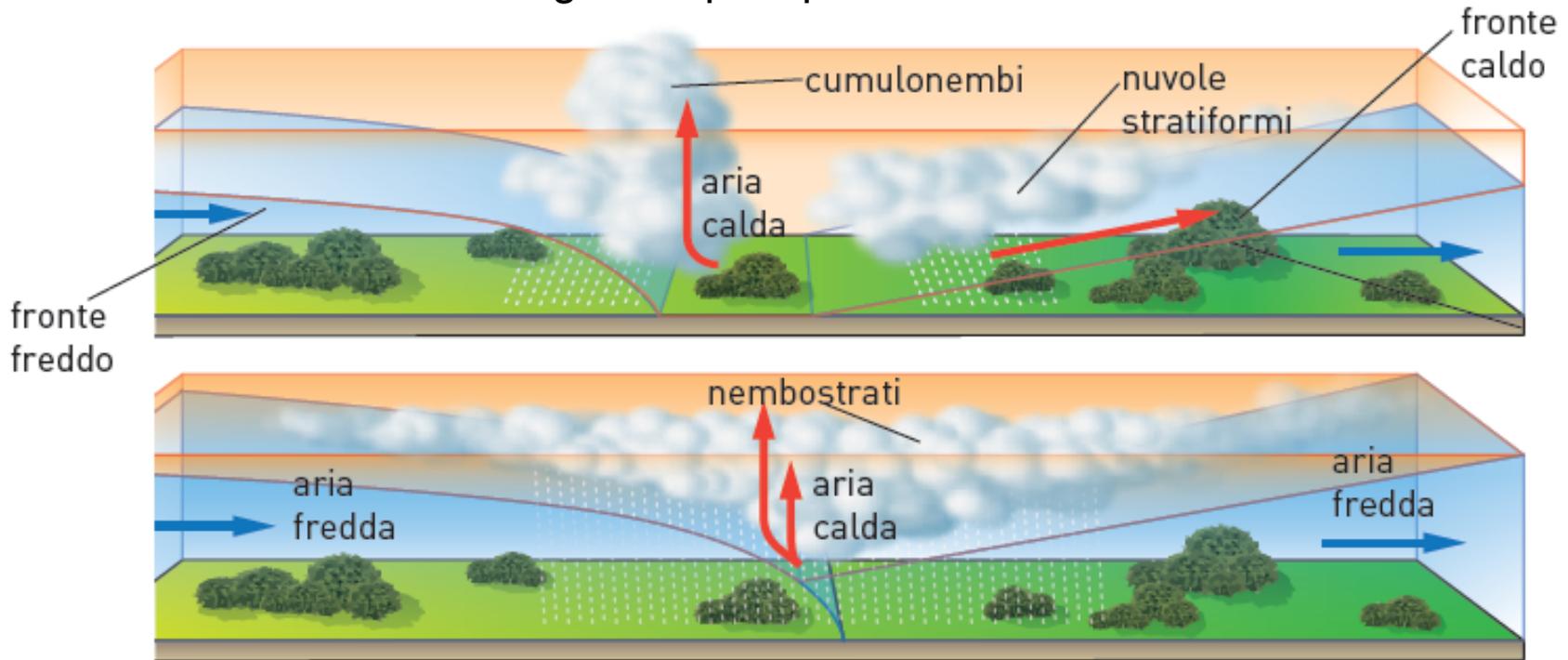
Se una massa d'aria fredda s'incunea sotto una massa d'aria calda, spingendola verso l'alto, la superficie di contatto tra le due è un **fronte freddo**.

Se una massa d'aria calda si muove sopra una massa d'aria fredda, si forma un **fronte caldo**.



# 17. I fronti e le perturbazioni atmosferiche

Se un fronte caldo e un fronte freddo vengono a contatto, si forma un **fronte occluso**. Il fronte occluso genera precipitazioni e nubi miste.

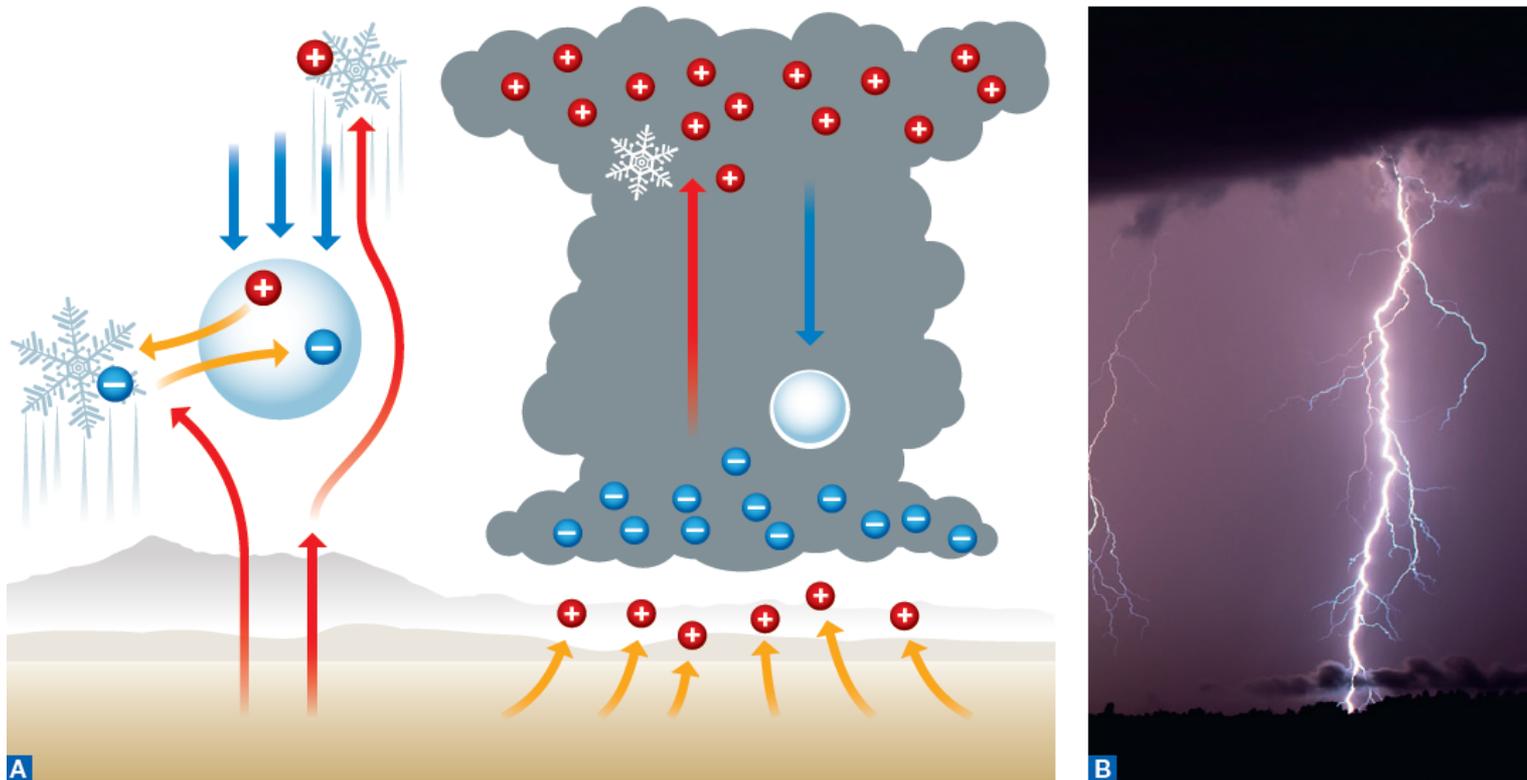


La formazione e lo scontro di fronti atmosferici avviene nelle zone cicloniche, dove si formano nubi e precipitazioni. Per questo motivo i cicloni sono anche chiamati **perturbazioni atmosferiche**.

# 18. I temporali, i cicloni tropicali e i tornado

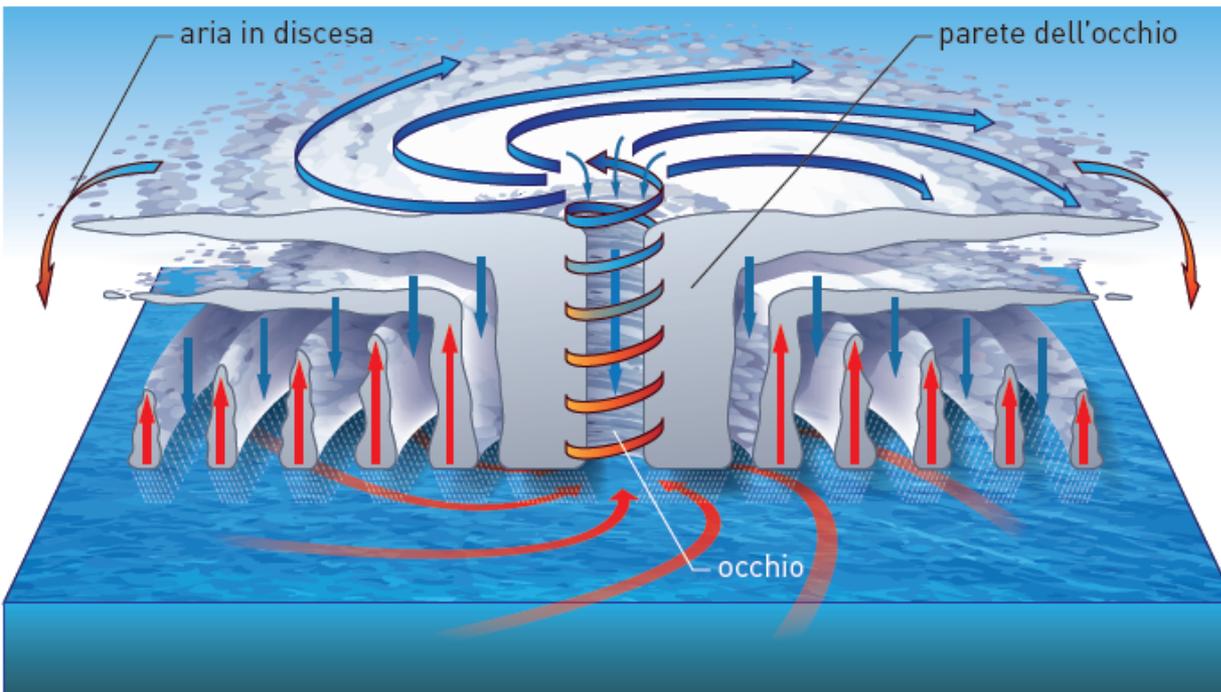
Le nuvole in cui si formano i **temporali** sono cumuliformi attraversate da violente correnti ascendenti e discendenti che, per strofinio, provocano l'accumularsi di cariche elettriche positive e negative. Si generano così differenze di potenziale elettrico che sono la causa dei **fulmini**.

Il fenomeno elettrico è seguito da un rombo, il tuono. Il **fulmine** scalda intensamente l'aria e la fa espandere in modo simile a un'esplosione.



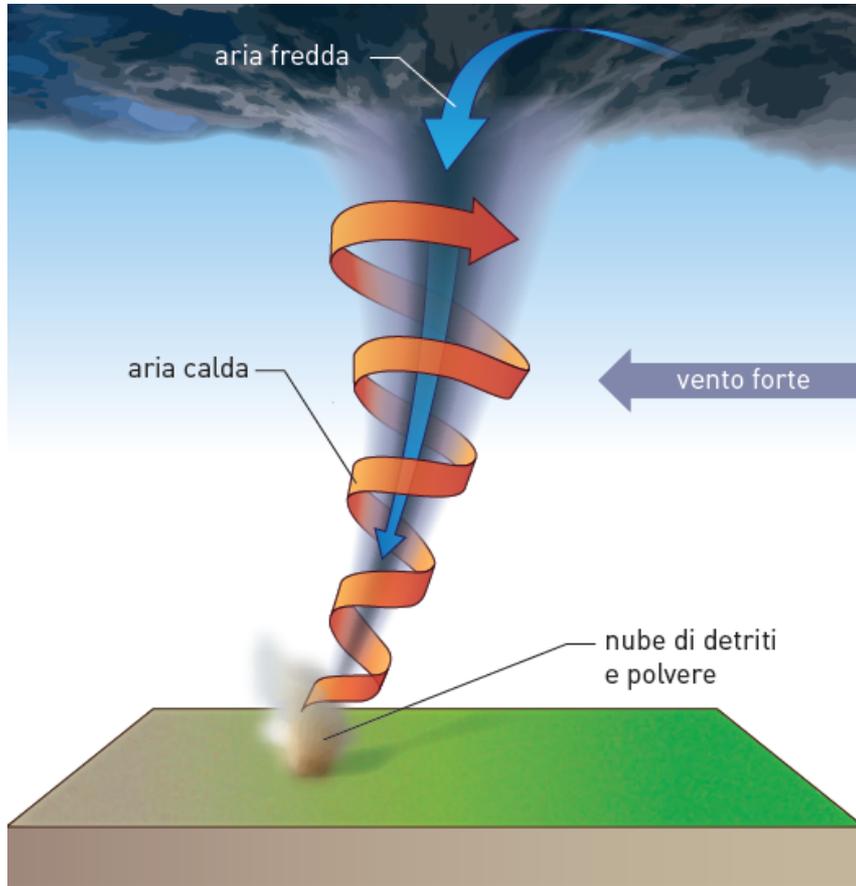
# 18. I temporali, i cicloni tropicali e i tornado

I **cicloni tropicali** sono perturbazioni molto violente che nascono sopra gli oceani attorno ai  $10^\circ$  di distanza dall' Equatore, dove le acque molto calde scaldano e umidificano l' aria dando origine a vaste aree di bassa pressione. Ciò provoca la convergenza a spirale di venti molto forti.



## 18. I temporali, i cicloni tropicali e i tornado

Anche i **tornado** sono fenomeni molto violenti, che si generano da una nube temporalesca e hanno una forma a vortice. Sono chiamati *trombe d'aria* o *d'acqua* a seconda che si sviluppino sulla terraferma o sul mare.



# 19. Le piogge acide

Il fenomeno delle **piogge acide** è dovuto alla formazione in atmosfera di sostanze come l'acido solforico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e l'acido nitrico ( $\text{HNO}_3$ ).

La formazione di questi acidi in atmosfera altera il **pH dell'acqua piovana**: nelle zone inquinate si possono raggiungere valori di **pH pari a 3**.

Le piogge acide sono causate dall'**attività umana**, soprattutto la combustione del carbonio e dei derivati del petrolio e gli scarichi dei veicoli.

L'acidità delle precipitazioni determina danni ai **raccolti** e alle **foreste**; ha inoltre un forte potere corrosivo sulle **rocce** e sugli **edifici e monumenti**.

Dagli anni Ottanta il fenomeno delle piogge acide ha cominciato a

**diminuire perché si sono ridotte le emissioni di gas inquinanti.**