



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
FACOLTÀ DI AGRARIA

## CICLO DELL'ACQUA

Marco Carozzi

# Sommario

---

- Ciclo biogeochimico
- La molecola d'acqua: breve introduzione
- Ciclo dell'acqua ed elementi del ciclo
- evaporazione, evapotraspirazione, condensazione, precipitazioni, infiltrazione e runoff.
- Acqua nella regolazione del clima



# Ciclo Biogeochimico

- E' un processo di circolazione ciclica di un determinato elemento chimico all'interno della biosfera, alimentato da flussi di energia.
  - BIO → indica le componenti biotiche del sistema (biocenosi)
  - GEO → indica le componenti non viventi del sistema (biotopo)
- In ogni ciclo è possibile distinguere due comparti:
  - un pool di scambio, labile, in cui l'elemento è disponibile per gli organismi e gli scambi tra l'ambiente ed essi sono molto più attivi.
  - un pool di riserva, grande e stabile, dove l'elemento non è immediatamente disponibile per gli organismi e gli scambi sono poco attivi.

Tra i due pool avvengono degli scambi di materia, rappresentati da flussi.



# Ciclo Biogeochimico

→ In funzione del pool di riserva, i cicli si differenziano in:

- **gassosi**, dove il pool di riserva è l'atmosfera o l'idrosfera

ciclo dell' N

ciclo dell' H<sub>2</sub>O

ciclo del C

- **sedimentari**, dove l'elemento è presente in una riserva localizzata nella litosfera

ciclo del fosforo

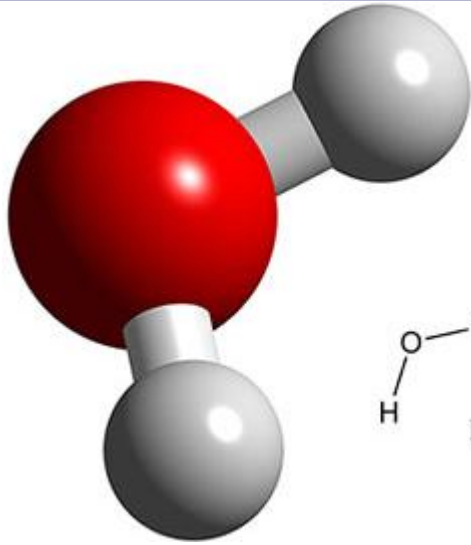
ciclo dello zolfo

ciclo del ferro

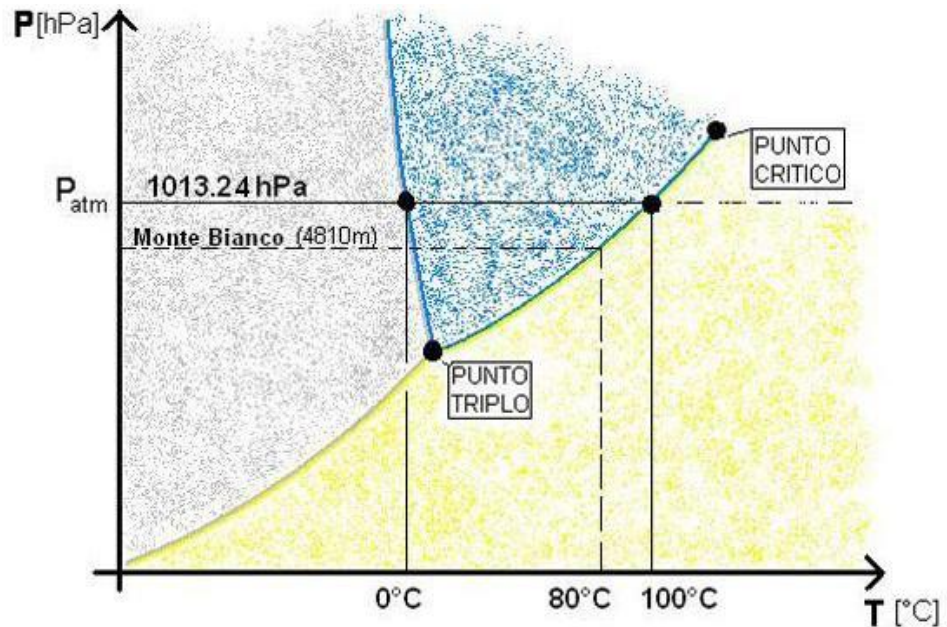
....



# Ciclo dell'Acqua: la molecola



- Molecola d'acqua:
  - Molecola polare, dove l' atomo di O è legato covalentemente con due atomi di H; l'atomo di O attrae gli e<sup>-</sup> e gli atomi di H sono legati ad esso con un angolo di 104.45° .
  - Densità massima a 3.984° C.



FUSIONE		CONGELAMENTO		GHIACCIO
EVAPORAZIONE		CONDENSAZIONE		ACQUA
BRINAMENTO		SUBLIMAZIONE		VAPORE ACQUEO

Presente in 3 stati: solido, liquido e gassoso:

- sato solido: ghiaccio, neve, grandine e brina.
- sato liquido: (3/4 superficie globo) pioggia e rugiada, oceani, mari, laghi e fiumi.
- sato gassoso: nebbia e vapore acqueo



# Ciclo dell'Acqua: la molecola

- Bassa comprimibilità
- Elevata capacità termica
  - Elevato calore specifico: energia necessaria per aumentare la temperatura ( $1^{\circ}\text{C}$ ) di una sostanza  $\rightarrow$  riscaldamento-raffreddamento laghi
  - Elevato calore latente di fusione: energia necessaria per il passaggio a liquido
  - Elevato calore latente di evaporazione: energia necessaria per il passaggio a vapore
- Alta tensione superficiale: grazie al legame idrogeno  $\rightarrow$  capillarità
- Alta viscosità: resistenza al cambiamento di forma.
- Potere dissolvente molto alto: forte solvente di gas, ioni e molecole con carica polare  $\rightarrow$  elevata forza di lisciviazione e di erosione.



# Ciclo dell'Acqua: la molecola

**Gassoso:** ogni particella si muove ha un comportamento indipendente e si muove ad alta velocità poichè non vi è molta forza di coesione tra le molecole (occupa tutto lo spazio disponibile)

**Vapore acqueo:** gas inodore e incolore e rappresenta fino al 3% del mix gassoso atmosferico, ed è l'elemento più importante per i fenomeni meteorologici.

**Liquido:** ogni particella è rallentata perchè risente delle forze di coesione delle molecole

**Acqua:** è lo stato fisico più diffuso sulla terra

**Solido:** prevalgono le forze di coesione

**Ghiaccio:** il 97% è presente sulle calotte dell'Antartide



# Ciclo dell'Acqua

- L'acqua del nostro pianeta occupa un volume di  $\sim 1400 \times 10^6 \text{ km}^3$ 
  - 97% acqua salata degli oceani, mari e golfi;
  - 3% acqua dolce, di cui:
    - 68.7% ghiaccio e calotte glaciali
    - 30.1 % acqua sotterranea
    - 0.86 ghiaccio sotterraneo e permafrost
    - 0.3% acqua di superficie (laghi, fiumi, stagni, ecc.)
    - 0.05% umidità del suolo
    - 0.04% acqua distribuita nell'atmosfera.
- Il ciclo dell'acqua è un ciclo gassoso che consiste nella circolazione della molecola tra l'atmosfera, la superficie terrestre, le acque superficiali, le acque sotterranee e gli organismi viventi.
- Il ciclo dell'acqua non comporta trasformazioni chimiche della sostanza, ma solo passaggi di stato.





# Il ciclo idrologico



# Evaporazione

- L'evaporazione è il modo principale in cui l'acqua si muove verso l'atmosfera.
- La quantità di acqua che evapora è circa uguale a quella che ritorna sulla Terra come precipitazione. Sui mari, l'evaporazione supera le precipitazioni, mentre sulle terre emerse le precipitazioni superano l'evaporazione.
- La maggior parte dell'acqua evapora dai mari (84%) e ritorna ad essi come precipitazione; solo circa il 16% dell'acqua evaporata dai mari è trasportata sulla terra ferma e vi precipita. [Una volta evaporata, una molecola d'acqua permane, in media, per circa 12 giorni nell'atmosfera prima di condensarsi e precipitare nuovamente. Quando una molecola d'acqua arriva nel mare, in media ci mette 2.000 anni ad evaporare nuovamente].



# Evapotraspirazione

- Evapotraspirazione: il processo attraverso il quale il vapore acqueo è disperso nell'atmosfera attraverso l'evaporazione dalla superficie suolo e attraverso la traspirazione della vegetazione.
- Influenzata da:
  - Temperatura: la traspirazione aumenta se la temperatura aumenta, specialmente durante la stagione vegetativa estiva, quando l'aria è più calda e le piante sono in crescita.
  - Umidità relativa: quando l'umidità relativa dell'aria intorno alle piante aumenta, la traspirazione diminuisce.
  - Vento e moti dell'aria: l'aumento del moto dell'aria intorno alle piante fa aumentare la traspirazione.
  - Tipo di pianta e stagione: le piante traspirano con diversa intensità. Alcune piante che crescono nelle regioni aride, come i cactus, conservano la preziosa acqua riducendo di molto la traspirazione.



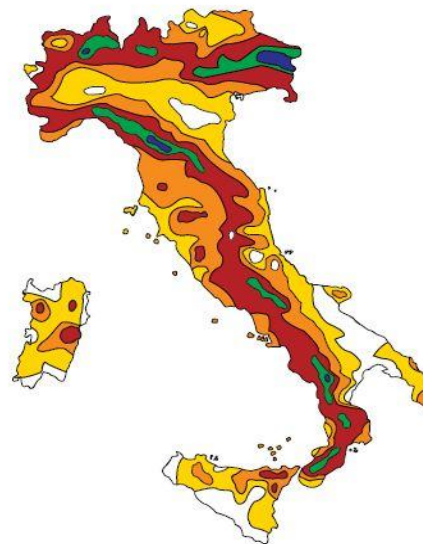
# Condensazione

- La condensazione è il processo con cui il vapore acqueo è trasformato in acqua liquida. E' un processo che libera calore.
- Da origine alle nuvole, ma anche nebbia.
- Le molecole d'acqua atmosferiche aderiscono alle piccolissime particelle di polvere, sale e fumo presenti nell'atmosfera (nuclei di condensazione) e formano goccioline che crescono e si moltiplicano, formando le nuvole. Quando queste goccioline si combinano tra di loro, e si accrescono, può avvenire la precipitazione.
- Le nuvole si formano per raffreddamento delle masse d'aria umida: il sole riscalda l'aria, l'aria diventa più leggera e sale verso le zone dove la temperatura è inferiore. Mentre l'aria si raffredda, avviene un'ulteriore condensazione, e si possono formare le nubi.



# Precipitazioni

- La precipitazione è l'acqua rilasciata dalle nuvole sotto forma di pioggia, pioggia gelata, neve, o grandine. Rappresenta il modo principale in cui l'acqua atmosferica ritorna sulla Terra.
- Perché la precipitazione si verifichi, bisogna che prima si condensino le goccioline d'acqua e poi che queste si uniscano per formare gocce più grandi e pesanti a sufficienza per cadere come precipitazione. Ci vogliono milioni di goccioline di nuvola per formare una goccia di pioggia.
- La pioggia cade per il 77% sugli oceani e per il 23% sui continenti.



**Territorio nazionale**  
Pioggia annua:  
300 miliardi di m<sup>3</sup>

**Nord:** 11200 mm/anno  
**Centro:** 980 mm/anno  
**Sud:** 949 mm/anno  
**Isole:** 750: mm/anno

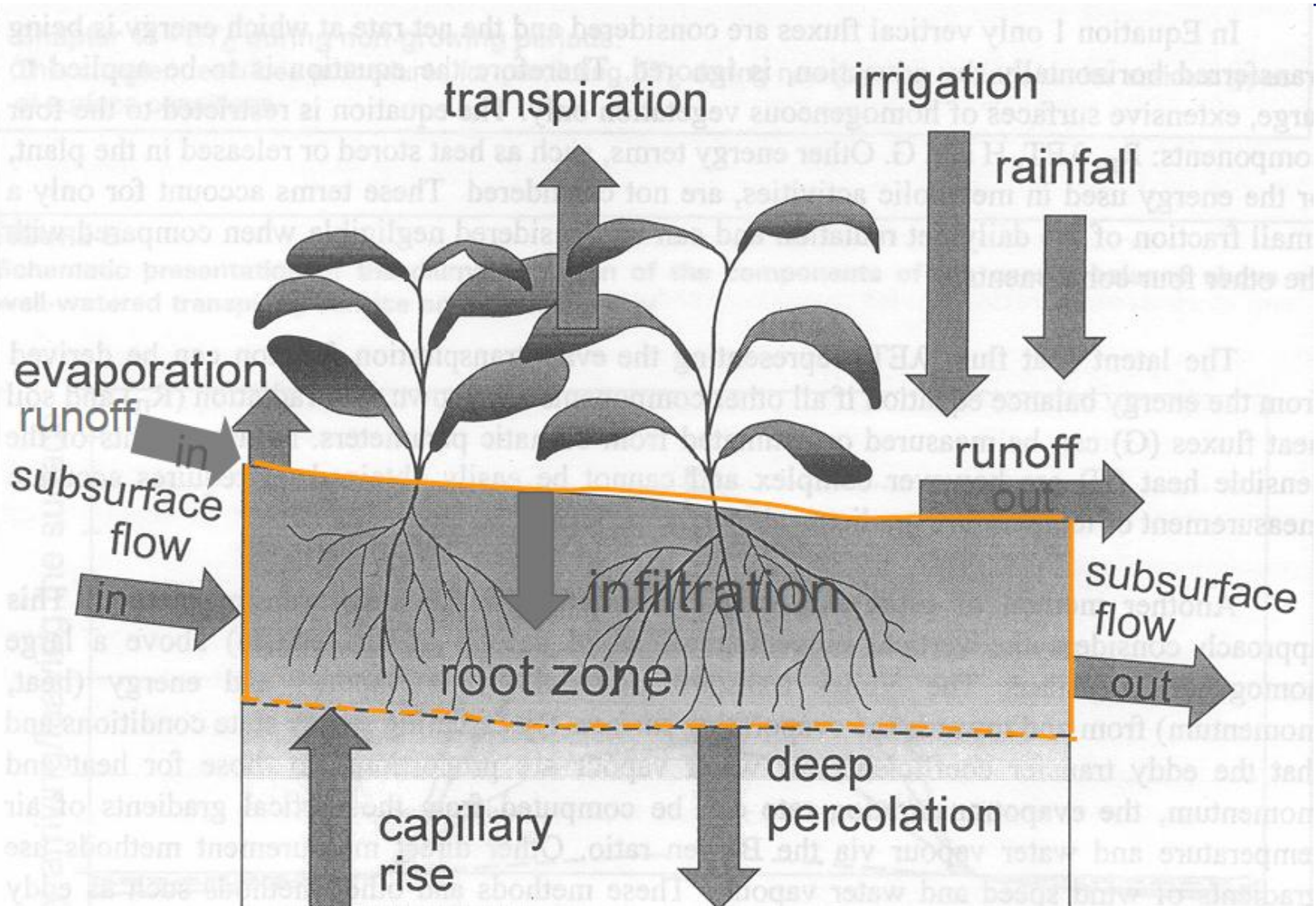


# Ghiacci - infiltrazione - deflusso superficiale

- L'immagazzinamento dell'acqua è nel ghiaccio, nei ghiacciai e nella neve. I ghiacciai coprono il 10-11 % di tutte le terre emerse.
- La quantità di acqua che arriva ad infiltrarsi nel terreno dipende principalmente dalla permeabilità del suolo o della roccia. Le acque sotterranee tendono a muoversi molto lentamente, così l'acqua può ritornare alla superficie anche dopo 10.000 anni.
- Deflusso superficiale (*runoff*): gli oceani producono l'84% dell'acqua atmosferica ma ne ricevono direttamente come pioggia il 77% -> il restante 7% ritorna attraverso il runoff (che coinvolge terreni, fiumi, laghi).
- Quindi sotto l'azione della forza di gravità l'acqua ritorna alla superficie ad altezza inferiore a quella del punto di infiltrazione. Inizia lo scorrimento dell'acqua, tramite il quale l'acqua superficiale si muove in pendenza verso il mare. L'acqua che scorre nei torrenti e nei fiumi può stazionare nei laghi per un certo tempo. Non tutta l'acqua ritorna al mare per scorrimento; gran parte evapora prima di raggiungere il mare

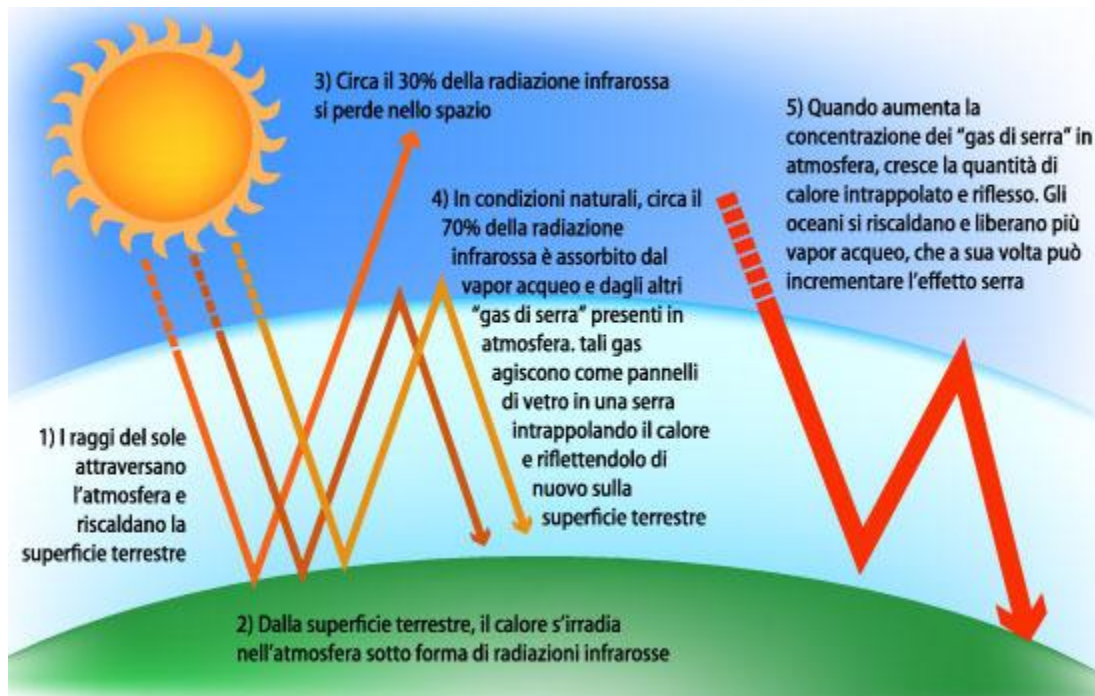


# Ciclo nell'agroecosistema



# Regolazione del clima

- Il principale gas a effetto serra è il vapore acqueo, responsabile per circa 2/3 dell'effetto serra naturale.
- Nell'atmosfera, le molecole di acqua catturano il calore irradiato dalla terra diramandolo in tutte le direzioni, riscaldando così la superficie della terra prima di essere irradiato nuovamente nello spazio.



- L'aria calda può assorbire molta più umidità e di conseguenza le temperature in aumento intensificano ulteriormente l'aumento di vapore acqueo in atmosfera e quindi il cambiamento climatico.