



In una goccia
d'acqua la nostra vita

Orlando Vaselli – Antonella Buccianti – Barbara Nisi –
Franco Tassi – Luciano Giannini
Dip. Scienze della Terra Università di Firenze – CNR-IGG



Allarme Onu all'Expo: 750 milioni senza acqua nel mondo

L'iniziativa The Water Rooms vuol essere un viaggio per scoprire, capire e cambiare. Scorrendo i dati del rapporto del Programma per la valutazione delle risorse idriche mondiali delle Nazioni Unite ospitato dall'Unesco. Il 20% delle falde idriche è già sfruttato in maniera non sostenibile



Ottanta milioni di persone si aggiungono ogni anno al bilancio dell'umanità. Gli impianti di desalinizzazione consumano molta energia fossile, inquinano, e restituiscono al mare un'acqua troppo salata e troppo calda. In Africa il land grabbing ruba campi fertili a chi ha poco per darli a chi ha molto perché è più facile far viaggiare da un continente all'altro una tonnellata di cereali che le oltre mille tonnellate di acqua che servono a produrla.

AN INSPIRATIONAL JOURNEY INTO THE CYCLE
AND MANAGEMENT OF WATER RESOURCES

FIVE SHORT MOVIES. FIVE MONOLOGUES.
PERFORMED TODAY FOR THE FIRST TIME

21 SEPTEMBER 2015

AUDITORIUM PADIGLIONE ITALIA, EXPO MILANO - H. 18:30

QUANTO CONSUMIAMO NELLA NOSTRA VITA?



ACQUA (H₂O):

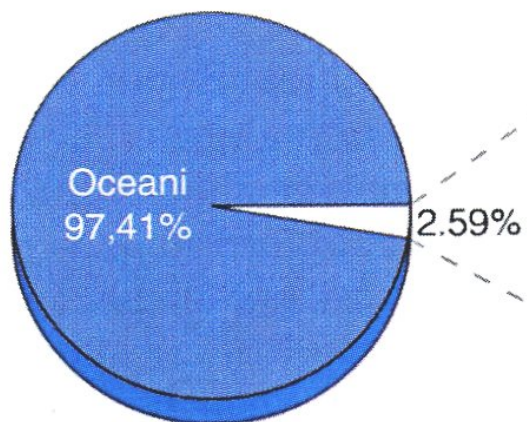
- 1) Quanti litri d'acqua servono per fare un hamburger? 2.400 L
- 2) Quanti litri d'acqua servono per fare 1 kg di granoturco? 1.300 L
- 3) Quanti litri d'acqua servono per fare 1 kg di riso? 3.400 L
- 4) Quanti litri d'acqua servono per fare 1 kg di cotone? 10.000 L
- 5) Quanti litri d'acqua servono per fare 1 kg di carta? 600 L
- 6) Quanta acqua beviamo: circa 43.000 L (78 anni x 1.5 L al giorno)

Serbatoi di H₂O e volumi relativi

Serbatoio	Volume di H ₂ O (in km ³)	Valore in %
Oceani	1,230,000,000	97.2%
Calotte, ghiacciai	28,600,000	2.15%
Acqua di falda	8,300,000	0.61%
Laghi dolci	123,000	0.009%
Mari interni	104,000	0.008%
Umidità del suolo	67,000	0.005%
Atmosfera	12,700	0.001%
Fiumi	1,200	0.0001%
Volume totale	1,360,000,000	100%

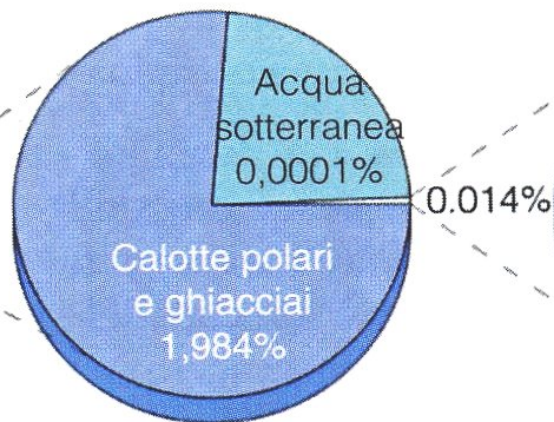
USGS, 1984, The Hydrologic Cycle – Pamphlet

Acqua totale

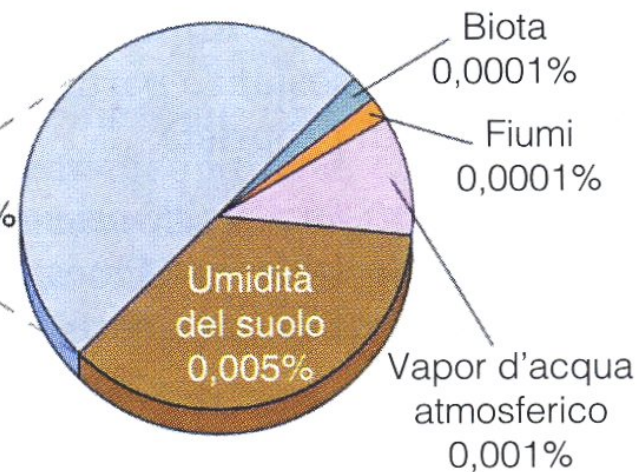


100 litri

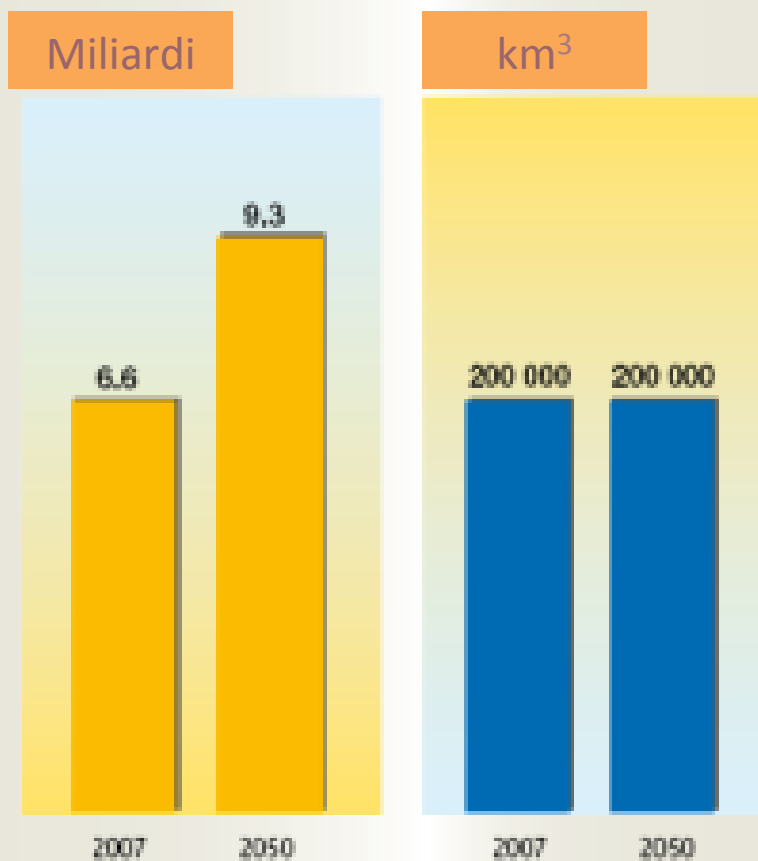
Acque dolci



Acque dolci facilmente accessibili

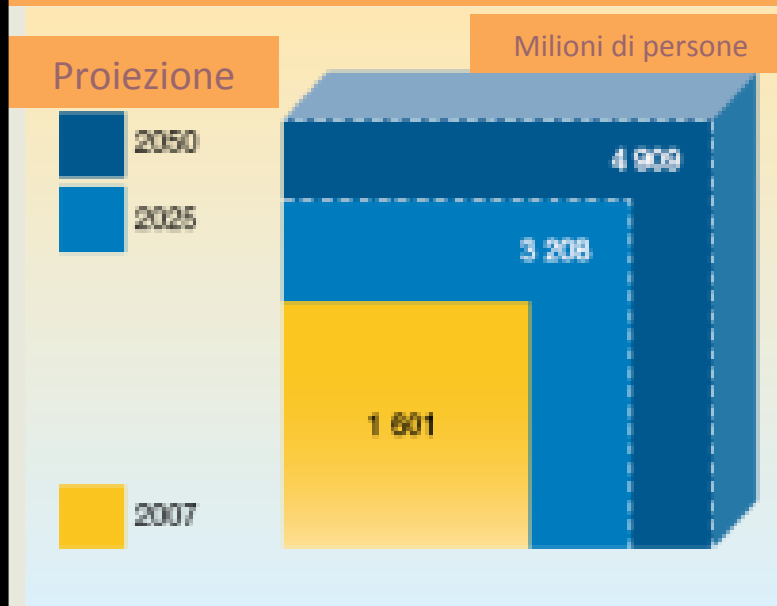


Popolazione vs. risorse idriche



Sourced: UN Water Statistics

Popolazione in bacini fluviali con "water stress"



Disponibilità di acqua $< 1000 \text{ m}^3$ annui è indice di "water stress"

Cosa c'e' nell'ACQUA?

Come si è originato l'enorme
serbatoio che contiene la molecola
in grado di garantire la nostra
vita, i.e. H_2O ?



Per secoli ci si era lasciato sfuggire il 99% delle forme di vita (nel mare, NdR) perché si prestava attenzione ai pesci, ai mammiferi e ai crostacei.

In realtà, non erano gli squali, le balene e i calamari giganti a dominare gli oceani, ma eserciti di esseri microscopici. In ogni litro di acqua di superficie, c'erano dozzine di miliardi di virus, un miliardo di batteri, cinque milioni di organismi unicellulari e un milione di alghe.

(da *Il quinto giorno* – F. Schätzing)

Gli ioni principali nell'acqua di mare

Ion	Chemical Symbol	Parti ‰
Cloruro	Cl^-	19.35
Sodio	Na^+	10.76
Solfato	SO_4^{2-}	2.71
Magnesio	Mg^{2+}	1.29
Calcio	Ca^{2+}	0.41
Potassio	K^+	0.39
Bicarbonato	HCO_3^-	0.14
Bromuro	Br^-	0.067
Stronzio	Sr^{2+}	0.008
Boro	B^{3+}	0.004
Fluoruro	F^-	0.001
Total	3.5% di sali disciolti	~35.00

L'acqua di mare non è solo il reservoir principale di H_2O ma anche di un'elevata concentrazione di costituenti disciolti.

Chiameremo quelle specie maggiormente presenti in soluzione, i.e. che arricchiscono nell'acqua di mare, "conservativi" mentre quelli scarsamente abbondanti "reattivi" o "poco mobili" o "immobili"

Elemento (valori in ppm)	Hawai'i (pioggia)	Russia (pioggia)	Fiumi	Mare
Na^+	5.5	2.4	6.9	10800
K^+	0.4	0.7	2.1	390
Mg^{2+}	0.9	0.5	3.9	1300
Ca^{2+}	0.5	2.0	15.0	450
Cl^-	9.6	1.8	8.1	18800
SO_4^{2-}	1.9	5.7	10.6	2700
NO_3^-	0.2	0.8	0.8	
NH_4^+	0.1	0.6		
pH	4.8	5.9	>7	7.8-8.4
HCO_3^-			55.9	100

Il percorso geochimico dell'acqua

Precipitazioni

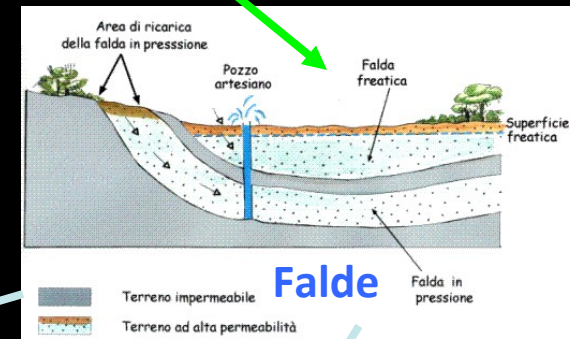
Suoli e Rocce

Acqua distillata con tracce di Na e Cl

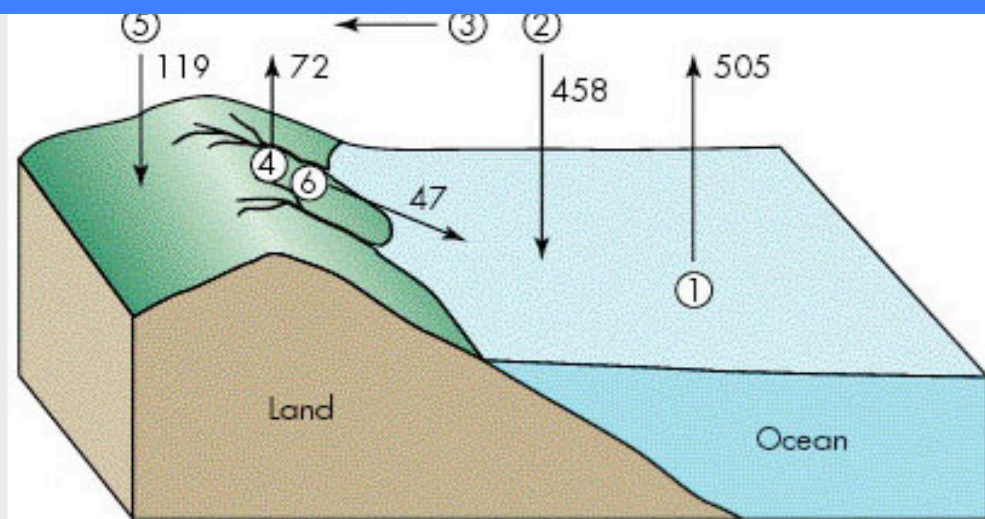
Evaporazione

Mare

Fiumi



L'aria secca permette una lenta alterazione delle rocce. E' l'acqua l'agente "destabilizzante", in quanto dissolve e mantiene in soluzione le sostanze disciolte. Altre sostanze sono O_2 , CO_2 , acidi organici e acidi azotati.



**Flusso annuale di
acqua sulla Terra
in migliaia di km³**

Keller (2000)

1. Evaporazione dagli oceani
2. Precipitazione sugli oceani
3. Trasferimento di acqua dall'atmosfera ai continenti
4. Evaporazione dai continenti
5. Precipitazioni sui continenti
6. Runoff superficiale e infiltrazione dai continenti agli oceani

Il ciclo idrologico

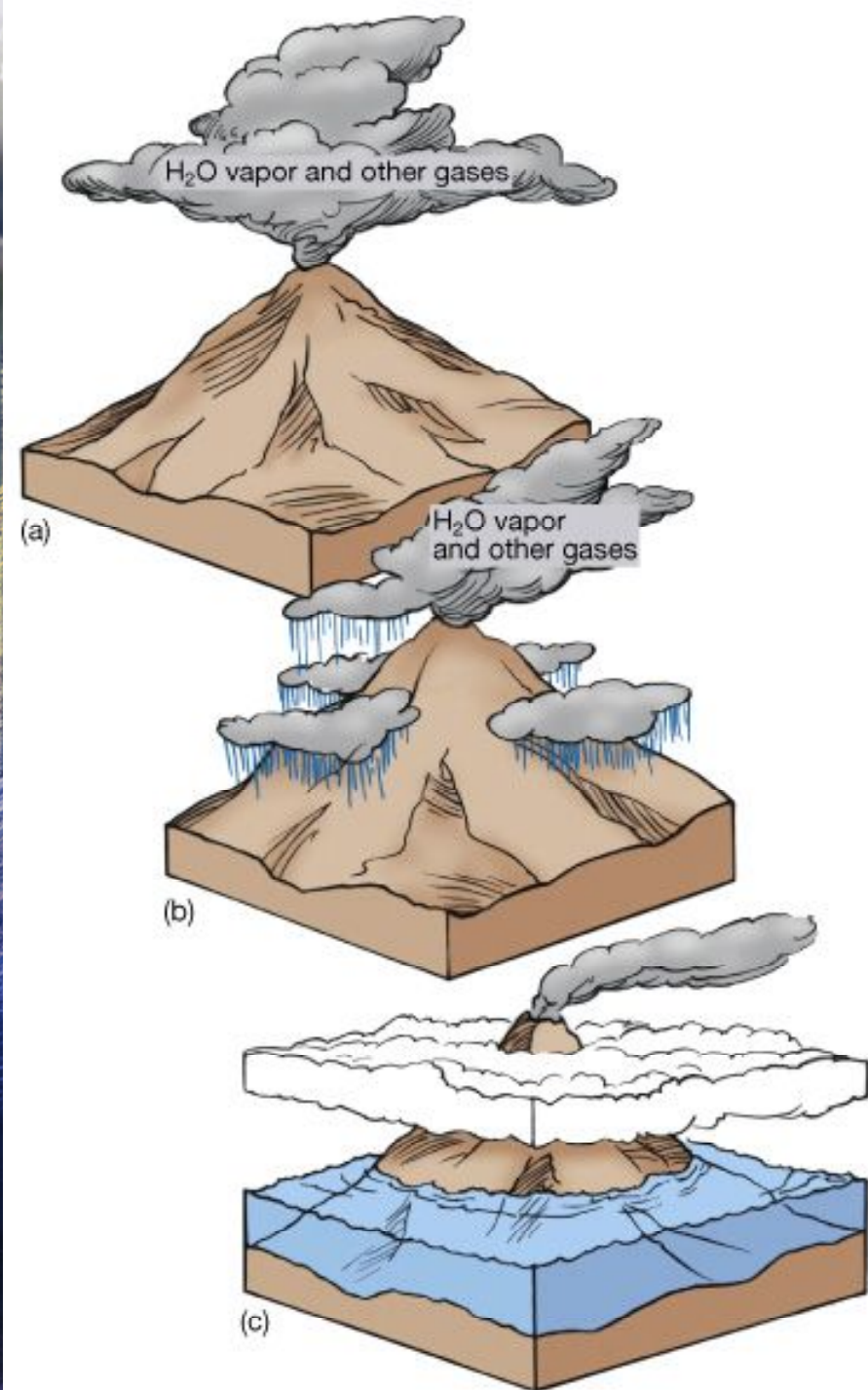
- La quantità di acqua è fissa
- H_2O sottoforma di solido, liquido e gas
- I luoghi dove l'acqua risiede sono chiamati reservoir o serbatoi
- L' H_2O si muove costantemente da un reservoir ad un altro

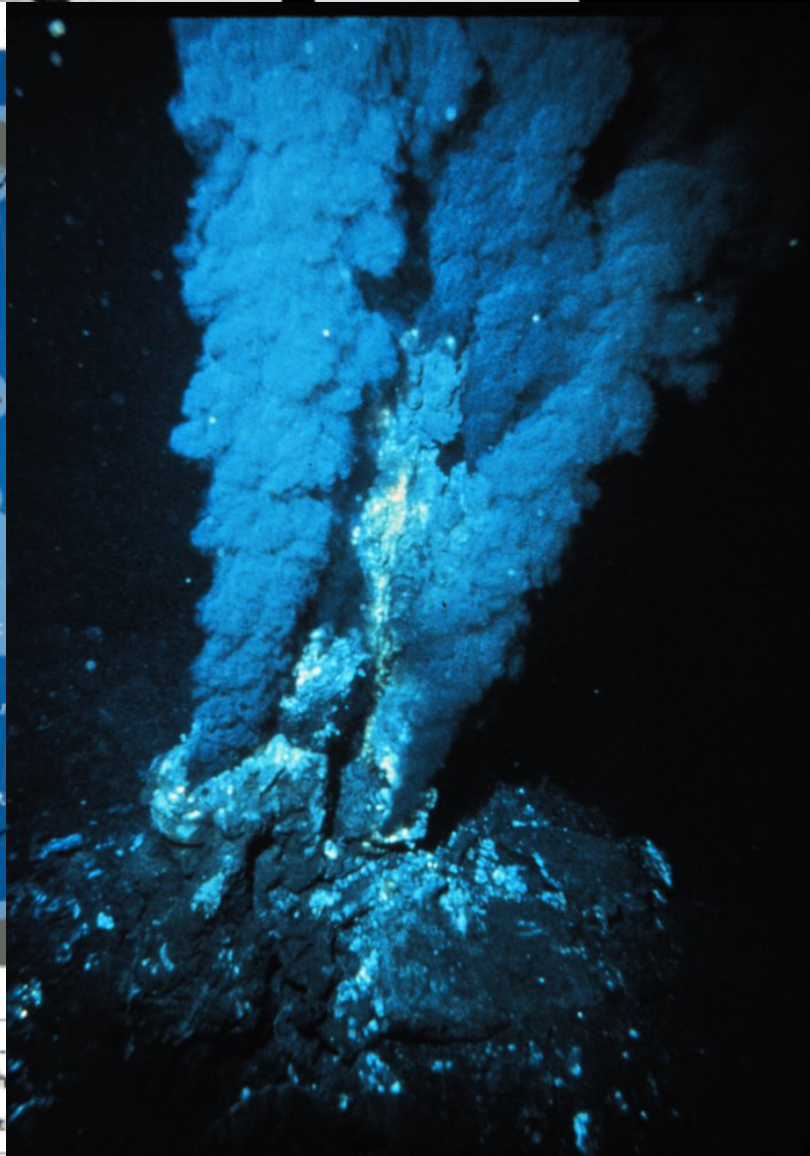
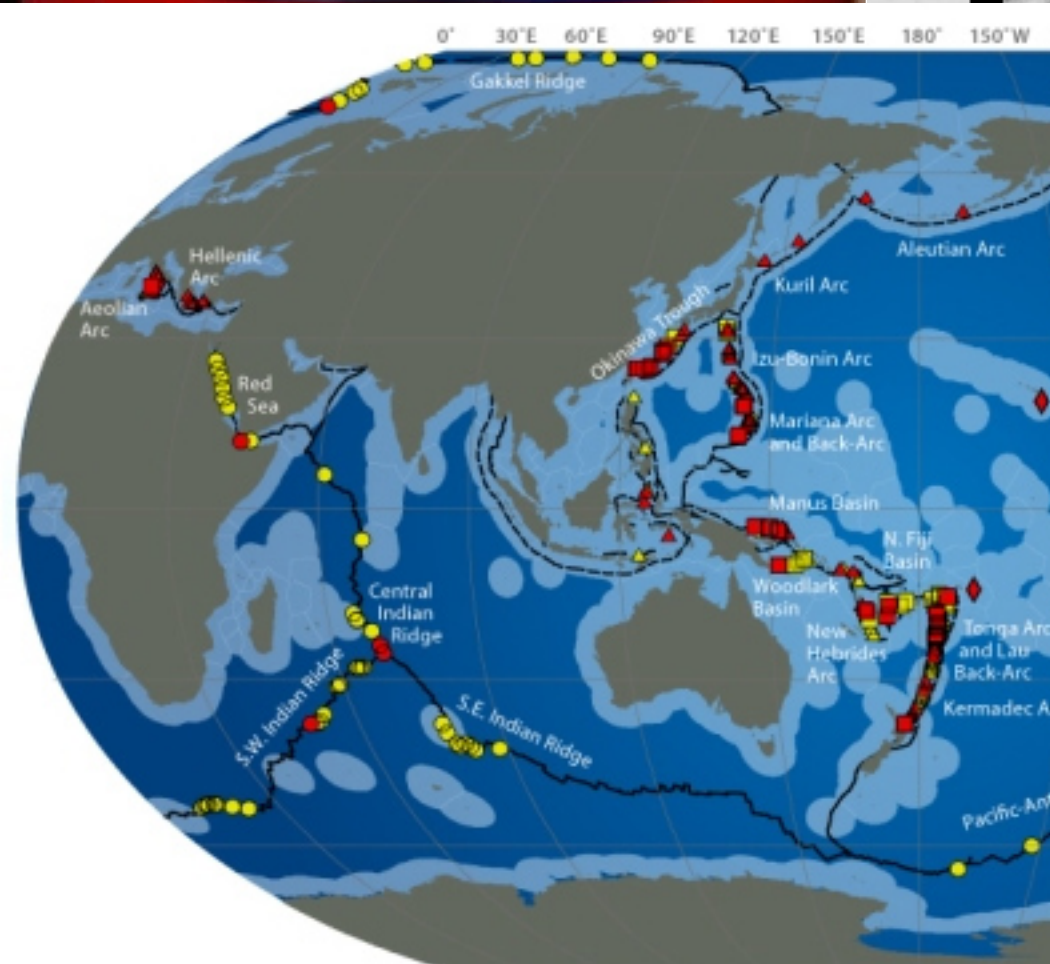
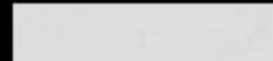
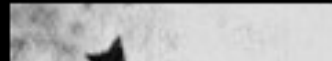
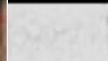
Dove e come nasce una goccia d'acqua!

"I tell my wife that her fresh glass of water isn't so fresh. It has atoms in it that are 14 billion years old."

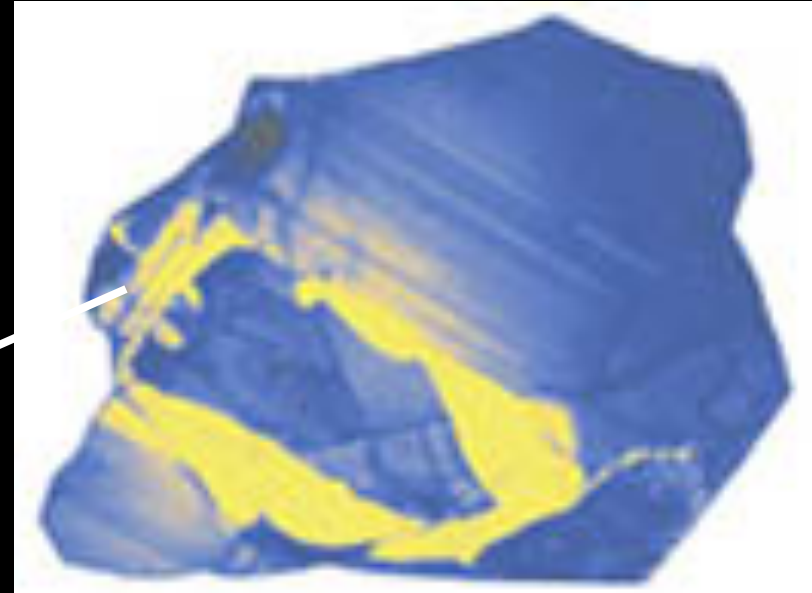
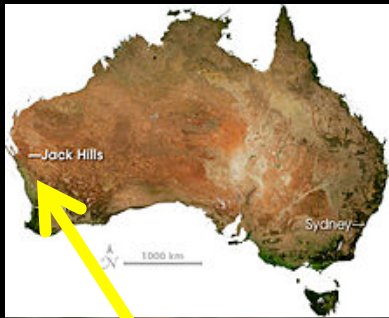
Andy McWilliam (Astronomo)

Un principio chiave: *"The Earth's store of water is essentially unchanging; the same molecules are recycled over and over again."*





Lo zircone più vecchio del pianeta



I cristalli più vecchi del nostro pianeta sono degli zirconi (ZrSiO_4)
4.4 Ga

In rocce clastiche sedimentarie di 3.0–3.7 Ga
(Jack Hills, Western Australia).

La presenza di zircone suggerisce che del materiale granitico(?), i.e. crostale, esisteva prima della roccia più vecchia conosciuta!

La Terra si forma circa 4.55 Ga

$\Delta T = 155 \text{ Ma}$

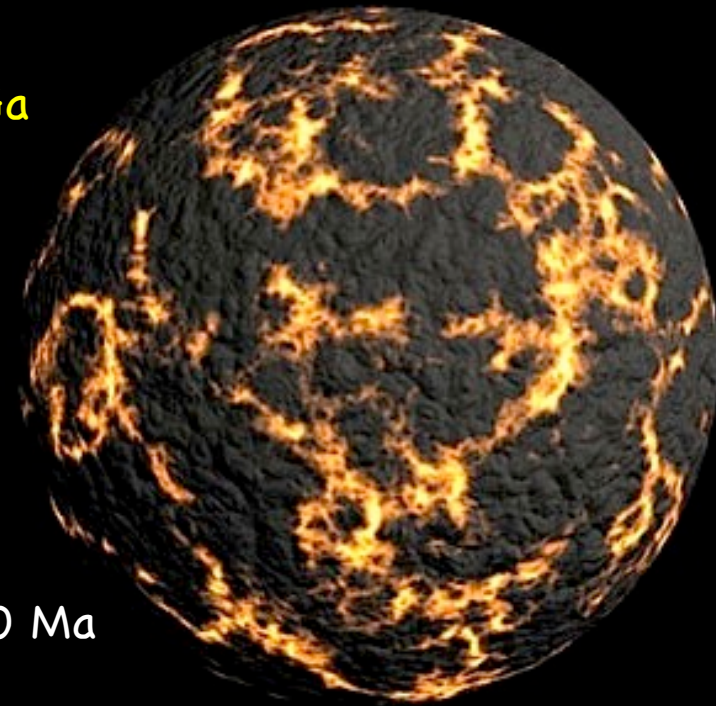
Il minerale più vecchio ha (per ora) 4.4 Ga



$\Delta T = 300 \text{ Ma}$



Le prime forme
di vita hanno
(per ora) 3.5 Ga



$\Delta T = 600 \text{ Ma}$

I primi oceani 3.8 Ga



- Tutti gli organismi sono composti per lo più da:
 - carbonio (C)
 - idrogeno (H)
 - azoto (N)
 - ossigeno (O)
- Tutti presenti nella proto-atmosfera vulcanica:
 - anidride carbonica (CO₂)
 - vapor d'acqua (H₂O)
 - azoto (N₂)
 - metano (CH₄)
 - ammoniaca (NH₃)

Costituenti principali delle acque naturali

- Chimici
 - Gas disciolti: O_2 , CO_2 , H_2S , N_2 , CH_4 , He
 - Ioni principali: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
 - Nutrienti: NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, PO_4^{3-}
 - Microelementi ($<10^{-3}\%$): I^- , Br^- , F^- , BO_2^- , metal ions
 - Compost Organici
- Biota: organismi viventi
 - Autotrofici: alghe
 - Eterotrofici: animali
 - Decompositori (riduttori): batteria, funghi

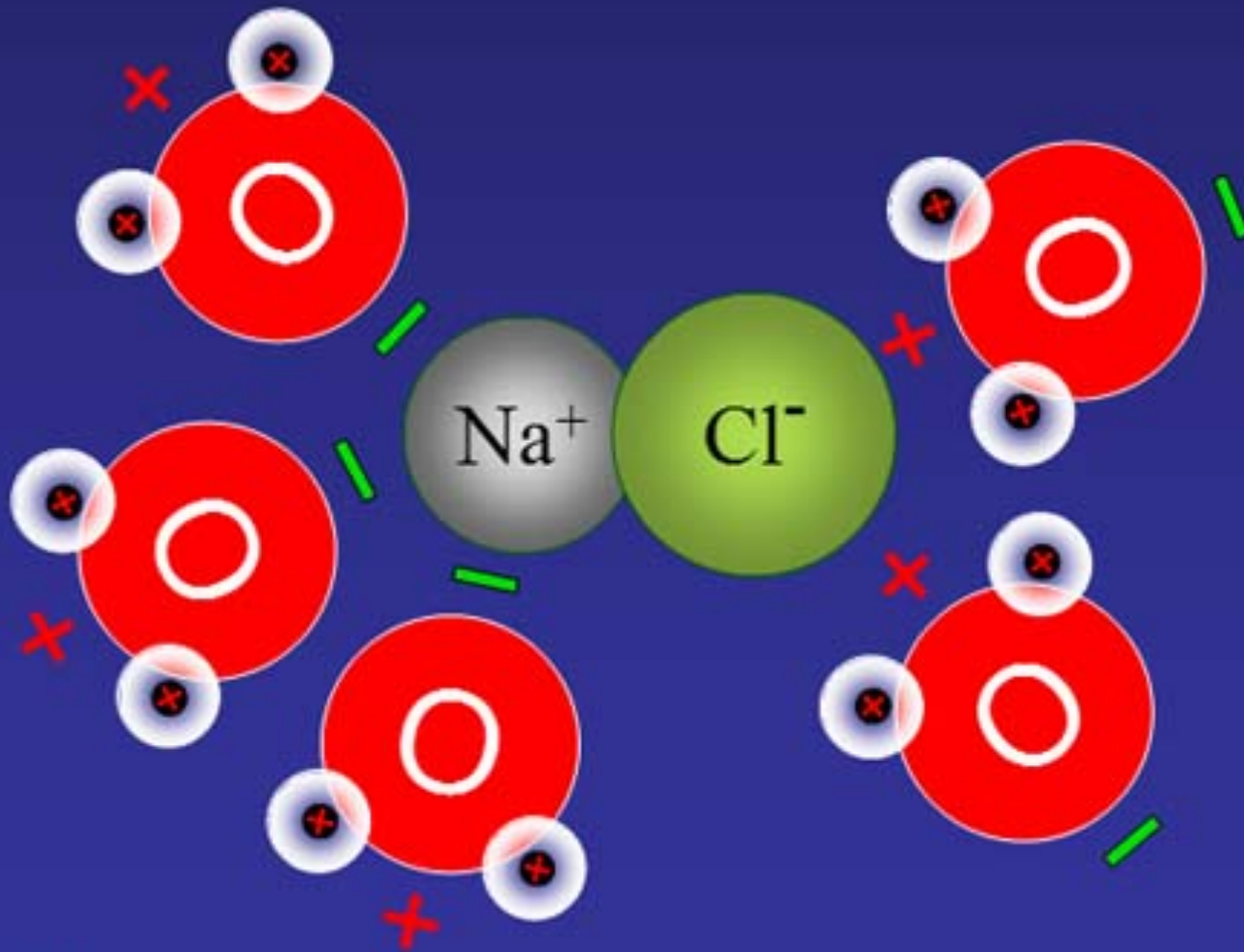


Le acque destinate al consumo umano, siano esse di bottiglia che di rubinetto¹, non sono altro che il risultato di un percorso "geochimico" che un'acqua meteorica fa all'interno della porzione più superficiale della crosta terrestre.

La composizione chimica di un'acqua fotografa quanto ha attraversato: suoli, rocce, minerali..."asportando" e acquisendo quegli elementi più facilmente rimovibili dalla copertura geologica.

¹salvo trattamenti chimico-fisici

Potere solvente dell'Acqua

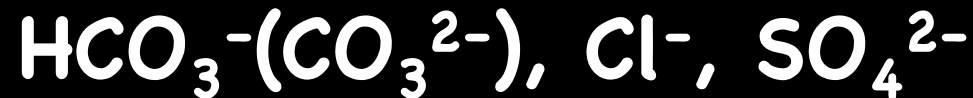


I costituenti fondamentali di un'acqua

Cationi:



Anioni:



Nella maggior parte dei casi questi sono i soluti che permettono di classificare geochimicamente un'acqua

Tassi sperimentali di alterazione dei minerali

Mean lifetime of a 1 mm crystal at pH = 5
and 298 K

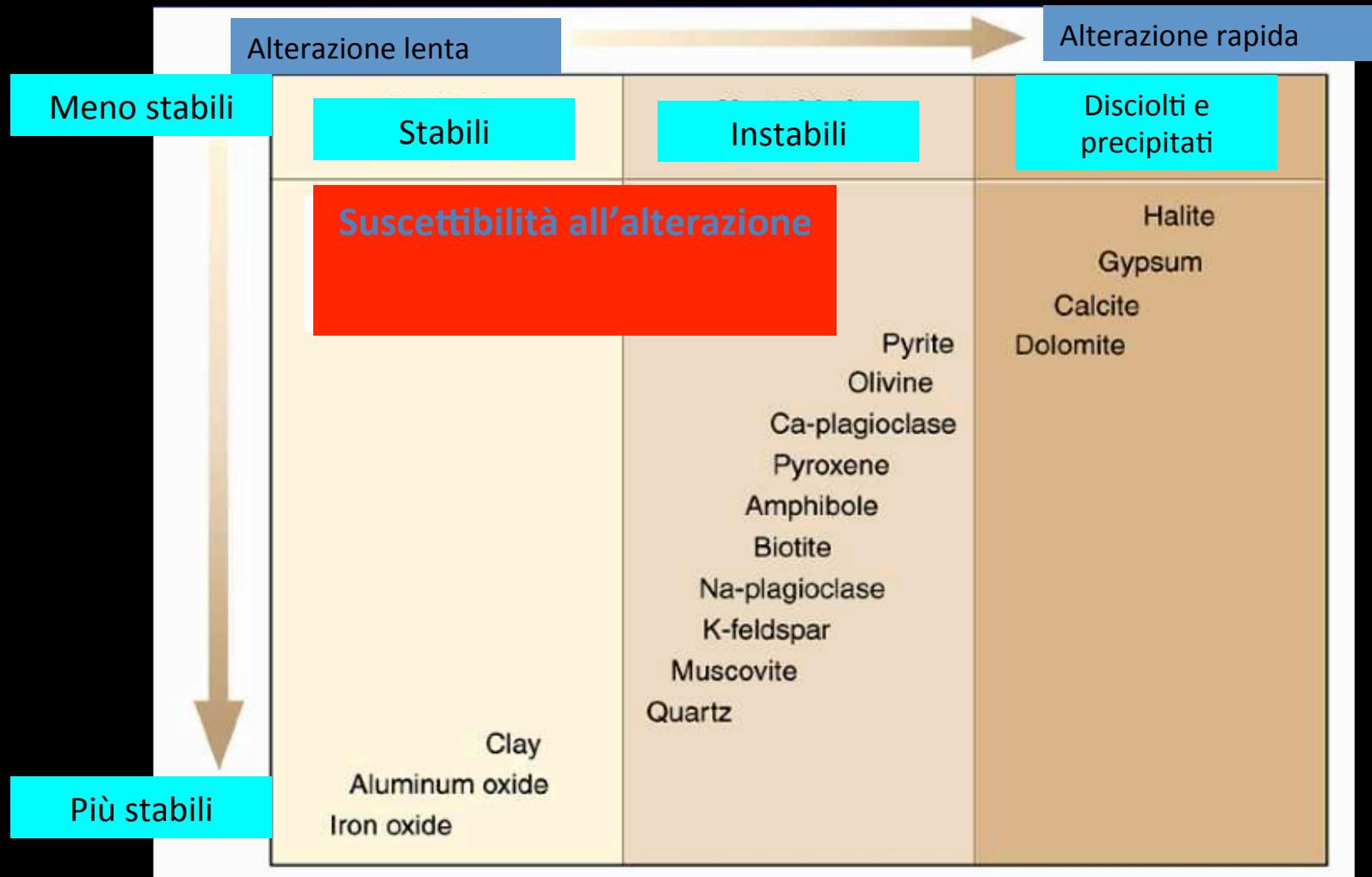
Mineral	Lifetime	Mineral	Lifetime
Quartz	34 Ma	Enstatite	8.8 ka
Muscovite	2.7 Ma	Diopside	6.8 ka
Forsterite	600 ka	Nepheline	211 a
K-feldspar	520 ka	Anorthite	112 a
Albite	80 ka		

Source: Lasaga (1984)

Perché una roccia o un minerale si alterano?

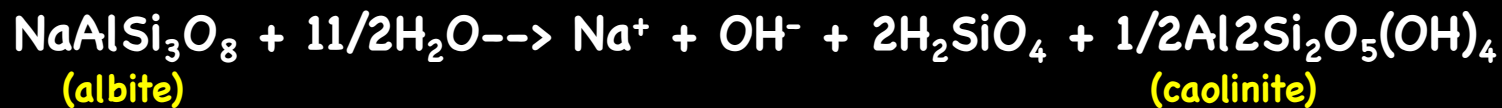
- Instabilità del minerale alle nuove condizioni di PT
 - Presenza di un solvente quale l'acqua
 - Condizioni ossidative
- Predisposizione all'alterazione per disgregazione meccanica

L'acqua reagisce con le rocce e con i suoli portando in soluzione i componenti dei minerali più facilmente alterabili.

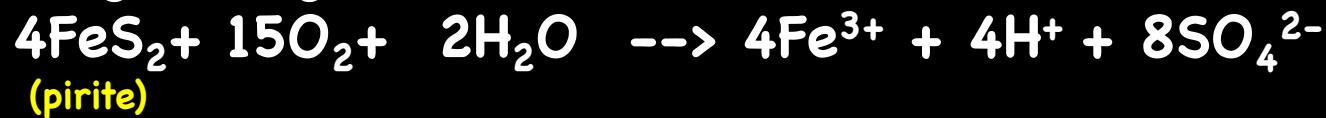


L'Acqua

...solubilizza totalmente o parzialmente i minerali delle rocce



Funge da agente ossidante:



Trasporta materiale in sospensione e in soluzione

Prende in carico eventuali "prodotti antropici"

Limiti di concentrazione di elementi e composti tossici ammessi per le acque potabili e le acque minerali

	Acque potabili	Acque minerali (Y)	Acque minerali (X)
As	10 µg/L	200 mg/L As totale; 50 mg/L As ^(III) ; 150 mg/L As ^(V)	50 mg/L As totale
B	1 mg/L come B	30 mg/L come H ₃ BO ₃ ; 5.7 mg/L come B	5 mg/L come B
Fe	200 µg/L	non preso in considerazione	non preso in considerazione
Mn	50 µg/L	2000 µg/L	2000 µg/L
Ni	20 µg/L	non preso in considerazione	non preso in considerazione
SO₄	250 mg/L	non preso in considerazione	non preso in considerazione
Na	200 mg/L	non preso in considerazione	non preso in considerazione
Ba	(Z)	10 mg/L	1 mg/L
Cd	5 µg/L	10 µg/L	3 µg/L
Se	10 µg/L	non preso in considerazione	10 µg/L
Cl	250 mg/L	non preso in considerazione	non preso in considerazione
Cr	50 µg/L	Cr ^(VI) 50 µg/L	Cr totale 50 µg/L
NO₃	50 mg/L	45 mg/L, 10 mg/L per acque destinate all'infanzia	45 mg/L, 10 mg/L per acque destinate all'infanzia
Pb	(c) 10-25	50 µg/L	10 µg/L

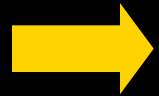
(X) Decreto 31/05/2001 G.U. del 27/06/2001. Serie Generale N. 147.

(Y) Decreto 12/11/1992 N. 542. G.U.N.8 del 1999.

(C) Il valore 10 di VP dal 25/12/2013; il limite di 25 µg/L risulterà valido per il periodo 2003-2013.

(Z) Nel Decreto legislativo 2/02/2001 N. 31 non sono fornite indicazioni; nel Decreto Legislativo precedente (11/05/1999 G.U.del 20/10/200 N. 246. Supplemento ordinario N. 172) è riportato il limite di 2 mg/L.

I metalli pesanti nei sistemi acquosi



si comportano in genere come cationi;



presentano una bassa solubilità dei loro composti idrati;



tendono a formare molecole complesse;



hanno una grande affinità per i solfuri, nei quali tendono a concentrarsi;



hanno diversi stati di ossidazione a seconda delle condizioni di Eh e pH.

In ogni caso le concentrazioni dei metalli nelle acque naturali sono sempre ordini di grandezza inferiori a quelli delle specie principali

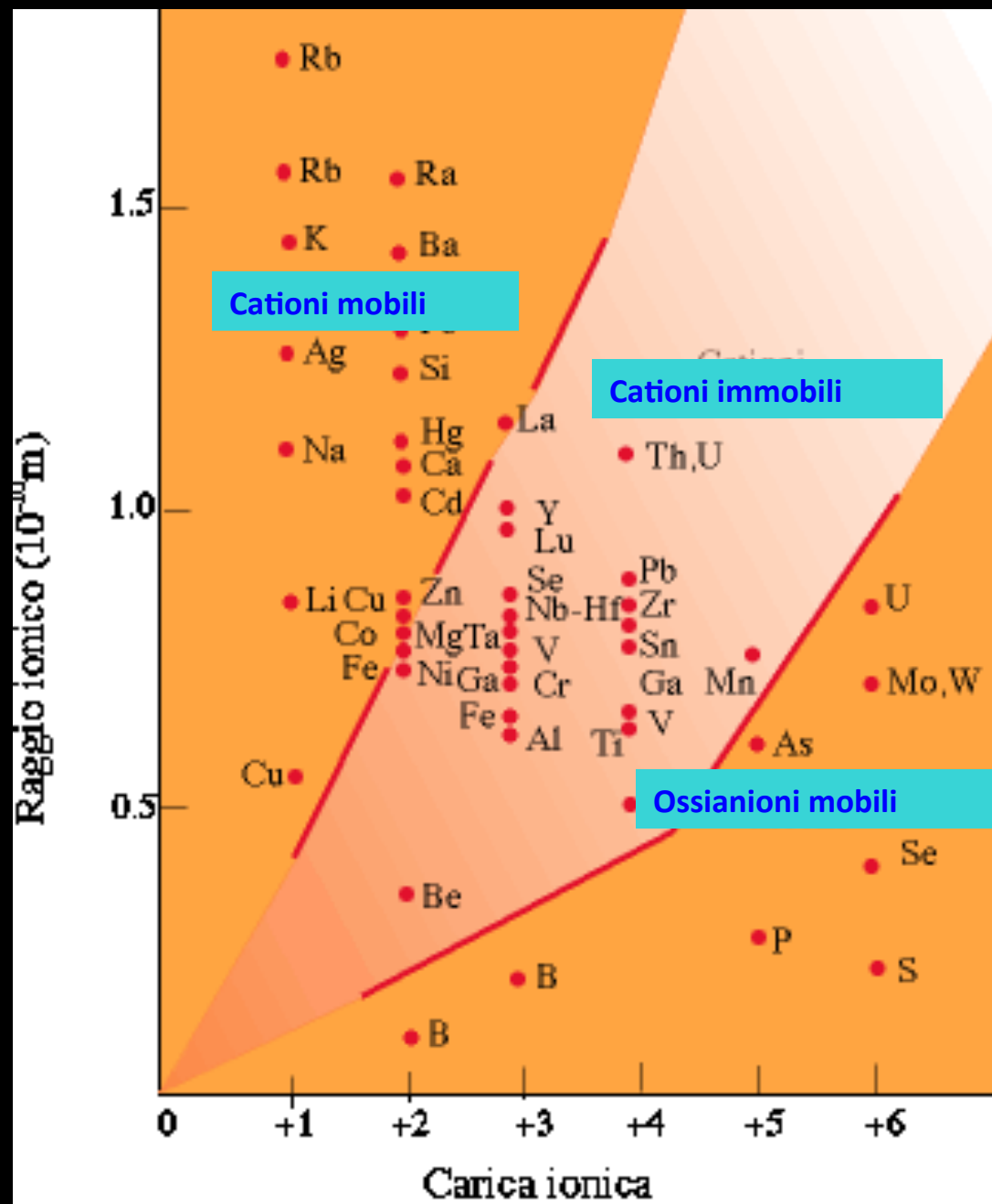
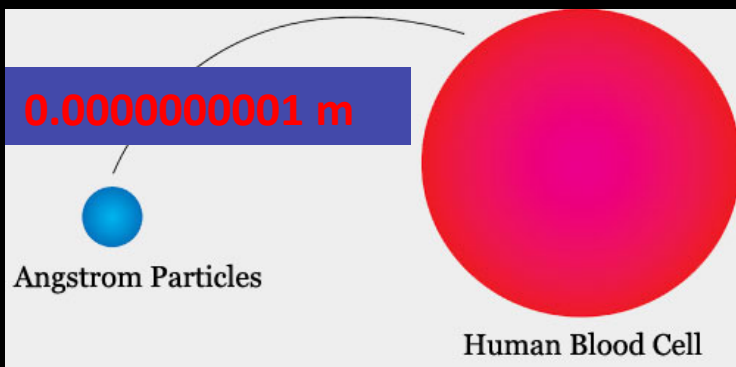
Tutti gli atomi del nostro corpo così come quelli di altra materia organica ed inorganica sono riciclati... siamo il risultato di una raccolta differenziata ben fatta. Possiamo dire che gli organismi viventi si sono adattati alle caratteristiche chimiche di quanto era a loro disposizione...acqua, aria, ecc.

La Terra può essere considerata un SISTEMA CHIUSO, ad eccezione di quegli elementi che subiscono decadimento radioattivo o che non sono trattiene dalla forza gravitazionale terrestre.

E l'inquinamento e i composti chimici sintetici? Sono rispettivamente un effetto antropogenico che consente la distribuzione (arricchimento) di atomi da un posto ad un altro e il riarrangiamento forzato di atomi...introduzione non programmata di sostanze inquinanti o contaminanti

Le acque hanno un potere
auto-depurante!

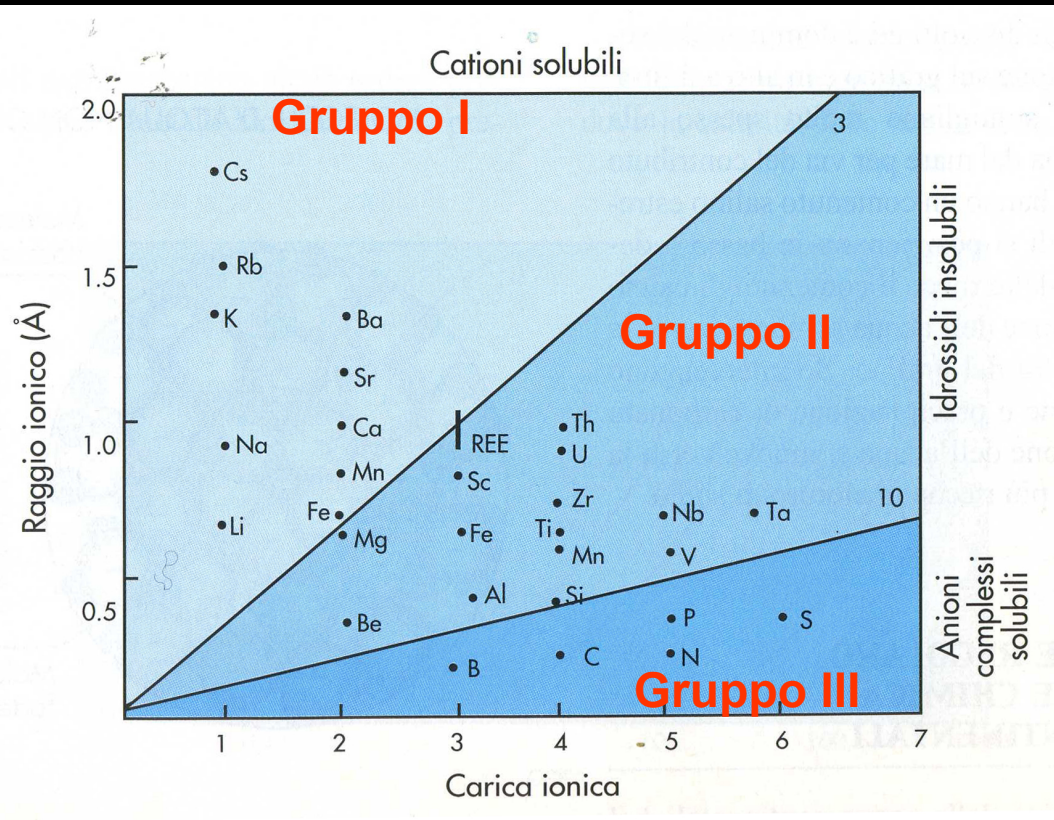
POTENZIALE IONICO:
Raggio ionico/carica



Comportamento dei cationi nei sistemi acquosi

carica ionica(Z)/raggio ionico(r) = "potenziale ionico"

E' misura della maggiore o minore attitudine degli ioni ad attrarre molecole d'acqua e quindi fornisce indicazioni sul comportamento degli ioni in soluzione



Gruppo I : Ioni con potenziale ionico < 3

Sono elementi che tendono ad essere soltanto solvatati e formano idrossidi solubili. Sono quindi dotati di elevata mobilità geochimica.

Gruppo II: Ioni con potenziale ionico 3-10

I cationi esistono in soluzione legati agli ioni OH^- o O^{2-} . Possono formare ioni complessi, es. FeOH_4^- ; ossicazioni solubili, es. VO_2^+ ; o anche composti insolubili Fe_2O_3 . In questo caso si ha minor mobilità geochimica.

Gruppo III: Ioni con potenziale ionico > 10

Formano legami con la specie O^{2-} , formando ossianioni solubili SO_4^{2-} , formando elementi geochimicamente mobili.



Scarichi industriali e domestici



Rifiuti urbani e speciali



Agro-zootecnia



Il 30 Gennaio 2000 una diga contenente residui della lavorazione di una miniera d'oro e contenente cianuro rilascia 100.000 m³ di acqua contaminata nel Fiume Tisza che si riversa poi nel Danubio.



Venerdì 26 Febbraio 2010, 09:50



Fiume Lambro: si è lavorato tutta la notte per tentare di arginare la massa oleosa che sta avanzando sul Po.

Corsa contro il tempo per tentare di preservare la ricca **biodiversità** del delta del fiume ed evitare che i 600 mila litri di **idrocarburi** fuoriusciti dalla raffineria della **Lombarda Petroli** arrivino a mare.



Ottobre 2010, in Ungheria, a seguito della rottura del bacino dell'Alumina Ajkai la raffineria a circa 160 chilometri a sud ovest di Budapest, circa un milione di metri cubi di fanghi rossi hanno invaso sette villaggi



Il materiale debolmente radioattivo e altamente corrosivo ($\text{pH} > 10$) contiene metalli pesanti tossici, quali piombo, cadmio, arsenico e cromo che ha coperto circa 40 chilometri quadrati.

Grazie

