

The Hydrologic Cycle and Groundwater

Copyright © 2004 by W. H. Freeman & Company

La visione storica

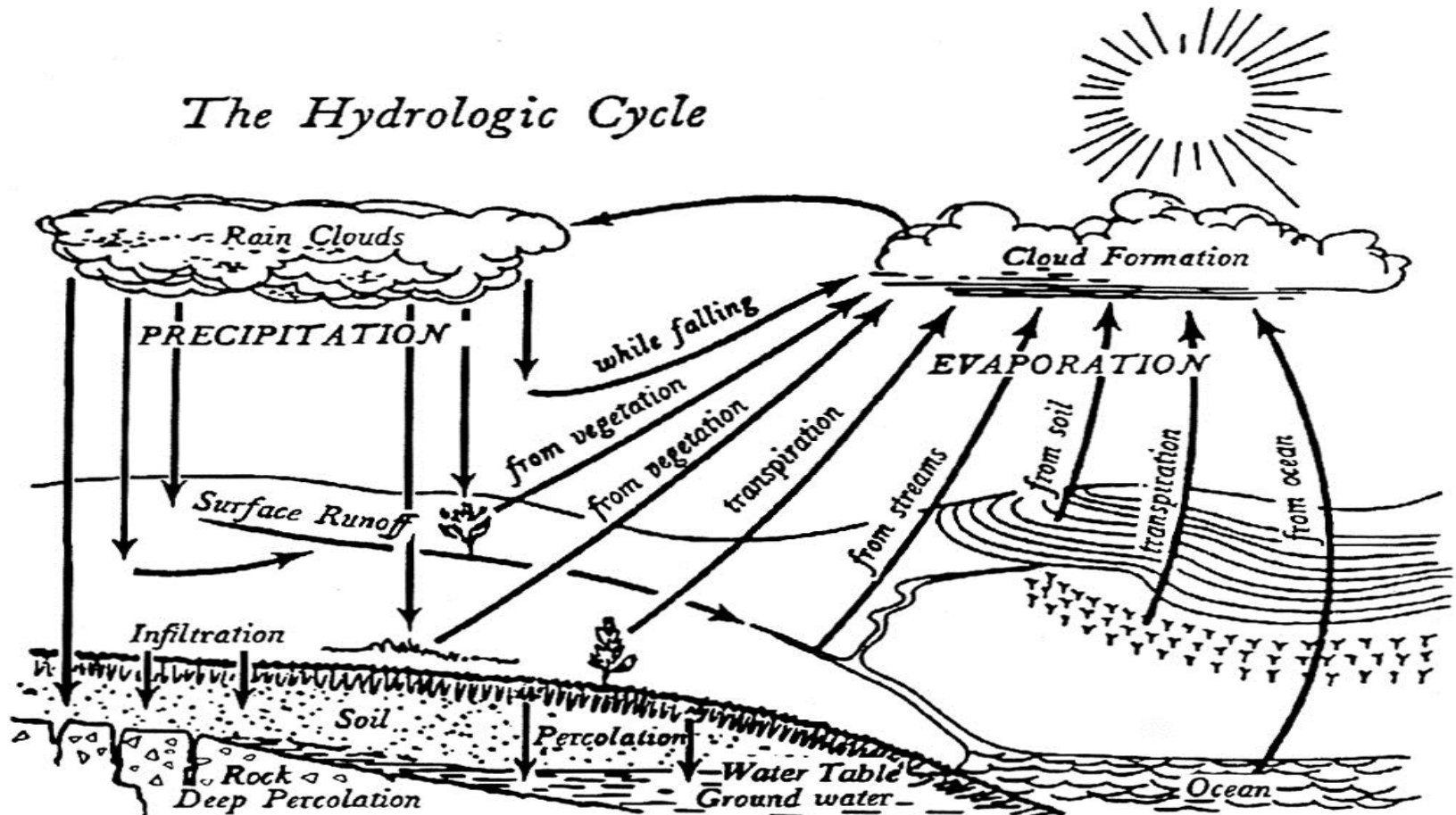


Figure 1-1 The hydrologic cycle. From the 1955 Yearbook of Agriculture, courtesy U.S. Department of Agriculture (1955)

L'acqua è una risorsa !!



Ci si può fare lezione un anno intero.....



- Acque continentali: morfologia fluviale, barre, meandri, laghi, ghiacciai e glacialismo
- Acqua sotterranee: falde artesiane, falde freatiche, utilizzi, inquinamento
- Acqua marine: onde, correnti, nastro trasportatore, salinità
- Fenomeni atmosferici. Meteorologia, clima,
- Passaggi di stato, esperimenti di fisica

Punti di contatto ciclo dell'acqua - ciclo delle rocce

- Alterazione chimica, corrosione
- Erosione, trasporto da parte di fiumi e ghiaccio
- Movimenti gravitativi di massa (frane)
- Idrogeologia (falde, approvvigionamento idrico)
- Rischio idrogeologico (frane, alluvionai) (inondazioni)

Ovviamente ricordare l'importanza dell'acqua per tutta la biosfera, Ricordare che probabilmente sarà l'acqua l'elemento fondamentale che controllerà la vita del Pianeta nel secolo in cui stiamo vivendo

L'acqua sarà LA risorsa!

Doppia lettura

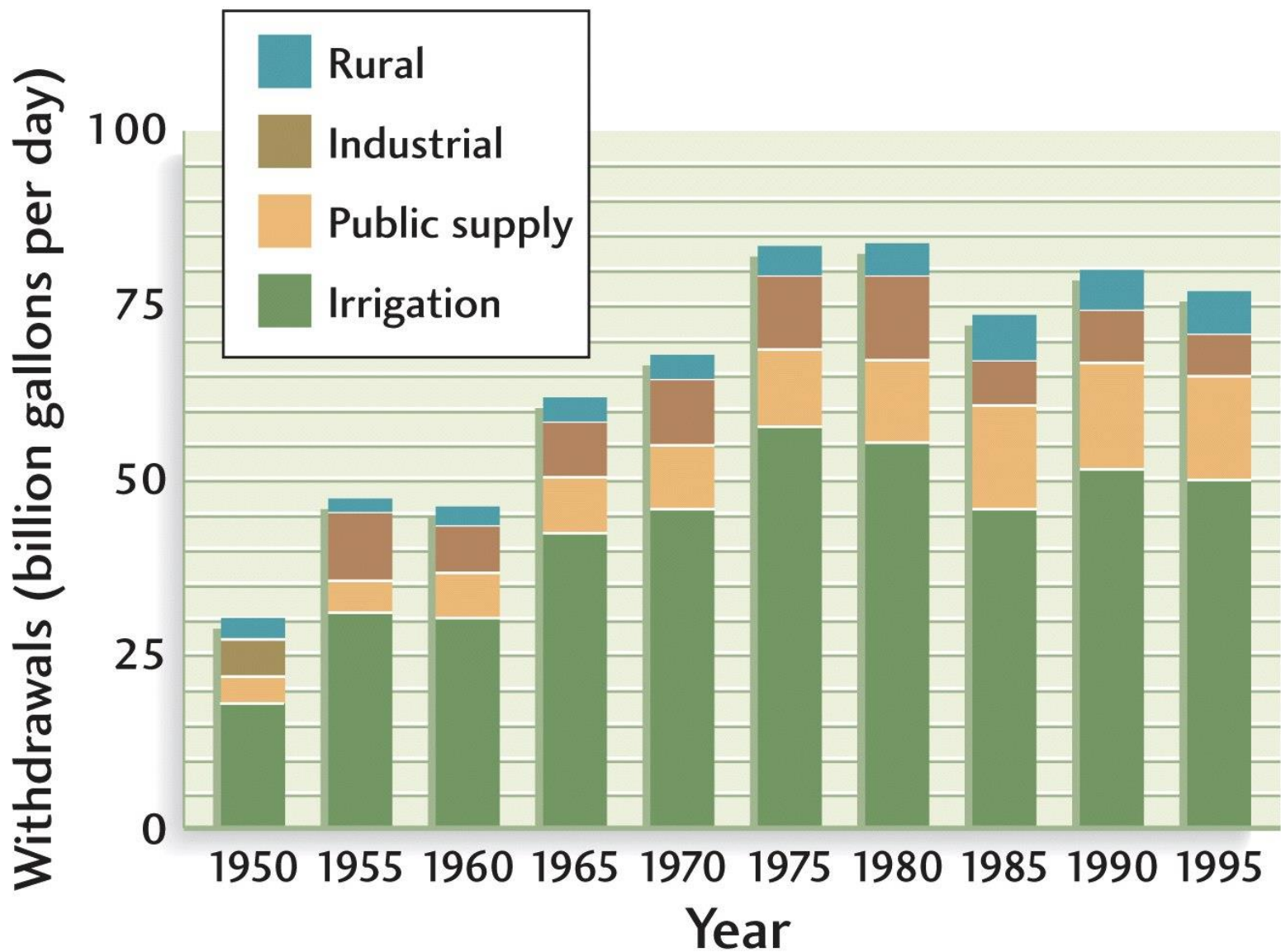
- L'acqua come risorsa aspetti economici, ecologici..e ambientali..
- L'acqua come agente geologico, che modella la superficie del nostro pianeta (forza esogena)

L'ACQUA come risorsa

- Utilizzi: USA $1300 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ al giorno (1990)
(quanti km^3 all'anno fanno ??)
- Italia $160 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ al giorno (2000)

Proporre numeri e fare costruire grafici....
Dati vecchi...forse adesso anche peggio.

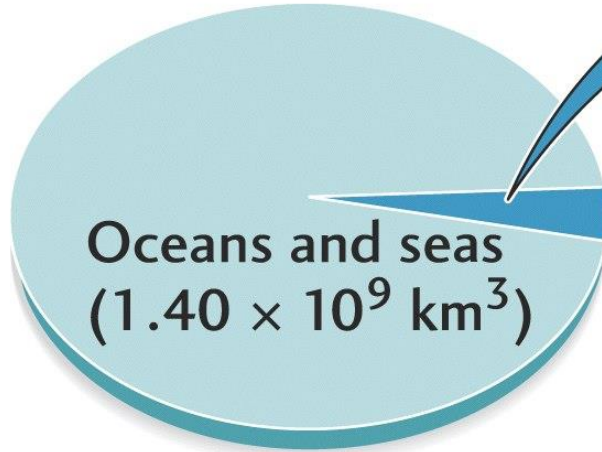
Quanta ne usiamo	
Litri pro capite al giorno	
	600 litri
Usa	550
Australia	450
Italia, Giappone	400
Messico	350
Spagna	300
Norvegia, Francia	300
Israele	280
Austria	250
Danimarca	200
Germania, Brasile, Perù	150
Gran Bretagna	150
Cina	100
Palestina	70
PAESI POVERI	50
Bangladesh, Kenya, Niger	25
Ghana, Nigeria	25
Angola, Cambogia, Etiopia, Haiti, Rwanda, Mozambico	



Risparmiare l'acqua facendosi (poco) la doccia o come ha dichiarato di fare (o meglio di non fare) il Sindaco di Londra SERVE ???

Quanta acqua sul tutto il Pianeta ? Bilancio Quantitativo

SALT WATER 95.96%



FRESH WATER 4.04%

Glaciers and polar ice 2.97%
($4.34 \times 10^7 \text{ km}^3$)

Atmosphere 0.001%
($1.5 \times 10^4 \text{ km}^3$)

Lakes and rivers 0.009%
($1.27 \times 10^5 \text{ km}^3$)

Underground waters 1.05%
($1.54 \times 10^7 \text{ km}^3$)

Biosphere 0.0001%
($2 \times 10^3 \text{ km}^3$)

NB ghiacci e aree polari rappresentano il 73.6 % delle riserve di acque dolci, le acque sotterranee il 26.2 %, fiumi e laghi solamente lo 0.2..

Quindi mettere in evidenza che:

- L'importanza delle zone polari come fonte potenziale di acqua dolci, da monitorare e proteggere
- L'importanza delle acque sotterranee come fonte ..reale.. di acqua dolce

E' il ciclo dell'acqua a livello globale che controlla la quantità di risorse idriche disponibili..

Ma il ciclo dell'acqua è legato al clima..

10³ km³/anno

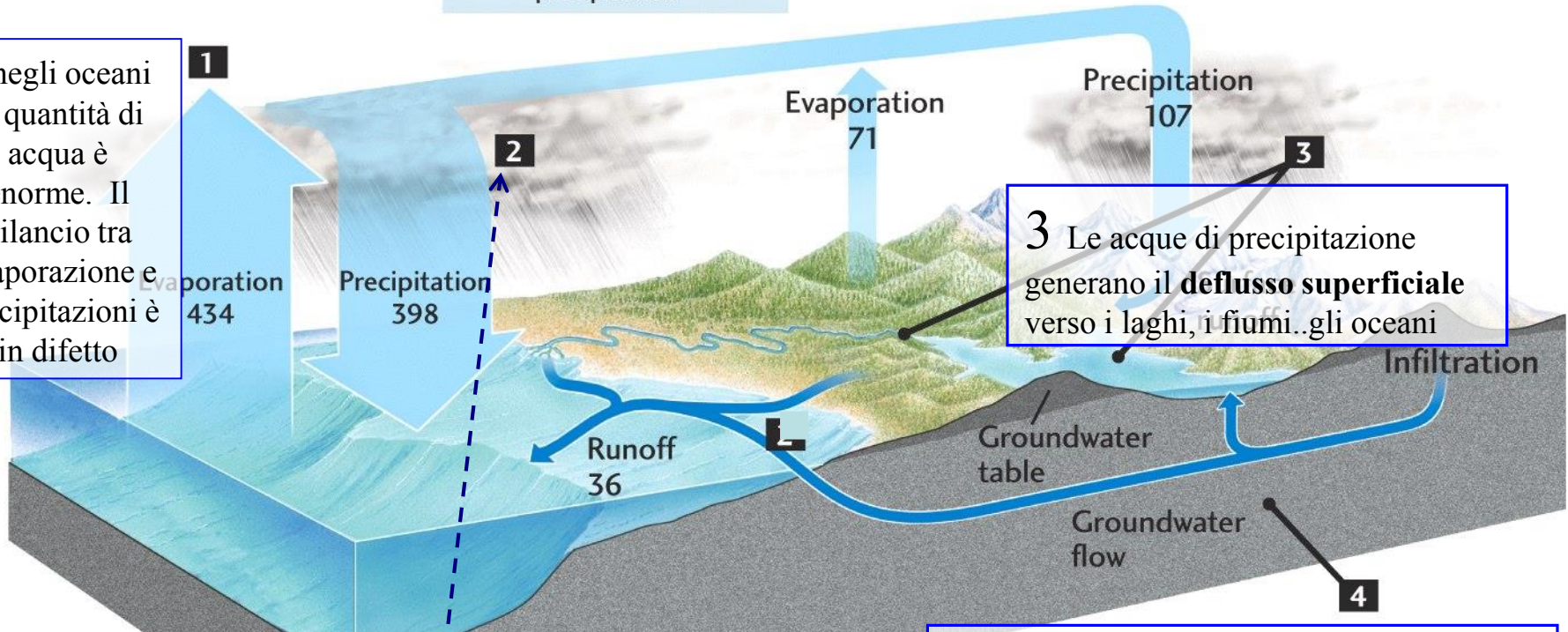
SEA	
36	Runoff from land
+ 398	Precipitation over sea
<hr/>	
434	Evaporation

SEA	
(434)	Evaporation
- 398	Precipitation
<hr/>	
36	Excess to land via precipitation

LAND	
107	Precipitation
- 71	Evaporation
<hr/>	
36	Runoff to ocean

LAND	
107	Precipitation
- 36	Runoff to ocean
<hr/>	
71	Evaporation

1 negli oceani la quantità di acqua è enorme. Il bilancio tra evaporazione e precipitazioni è in difetto



2 l'acqua in eccesso evaporata dagli oceani Si sposta verso le terre emerse, dove ricade sotto forma di precipitazione

3 Le acque di precipitazione generano il **deflusso superficiale** verso i laghi, i fiumi, gli oceani

4 oppure si infiltrano nel suolo e nelle rocce, dando origine alle **acque sotterranee**

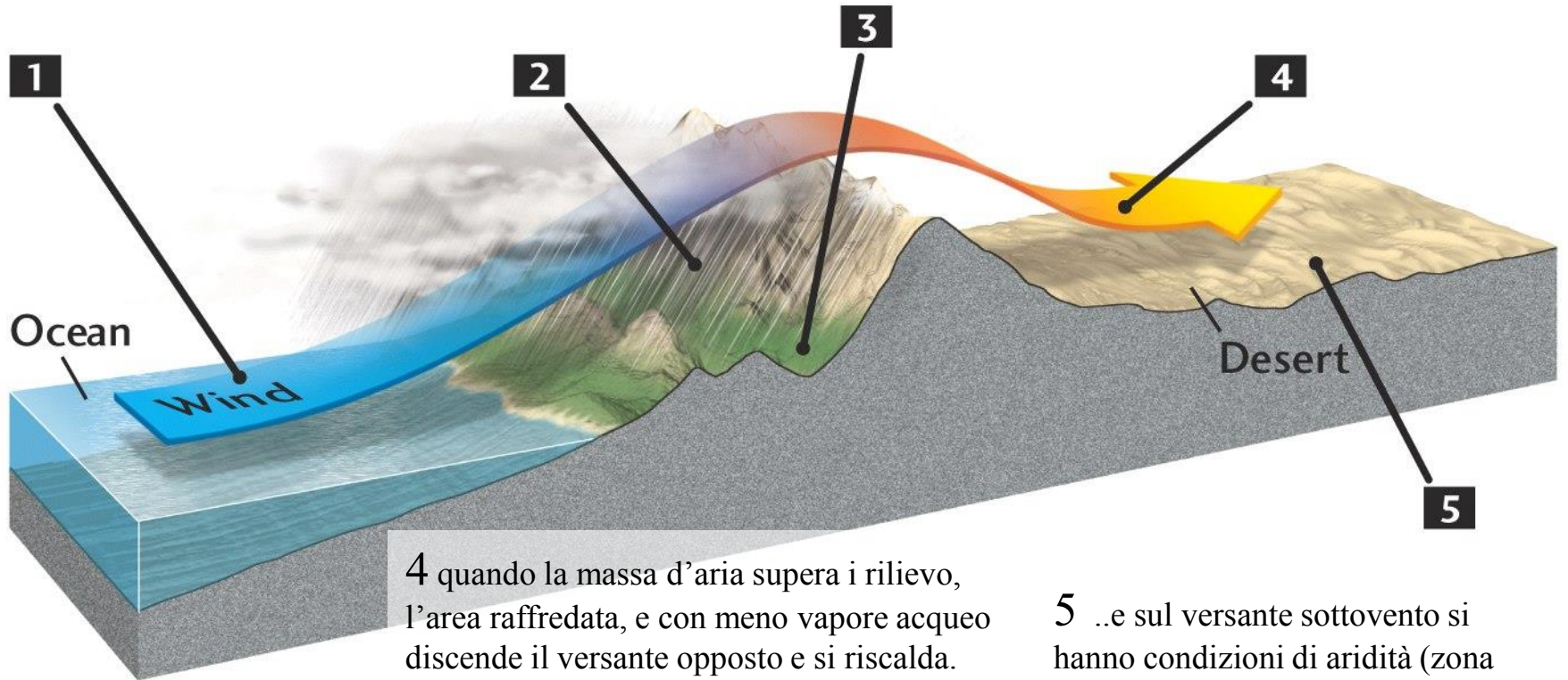
Il Ciclo idrologico..quantitativo

1 i venti prevalenti portano aria calda sugli oceani, dove si arricchisce di vapore acqueo

2 quando le masse di aria umida incontrano rilievi si innalzano e si raffreddano, il vapore condensa e dà origine alle precipitazioni

Precipitazioni: rapporti clima-rilievi

3 le precipitazioni hanno luogo sul versante sopravvento



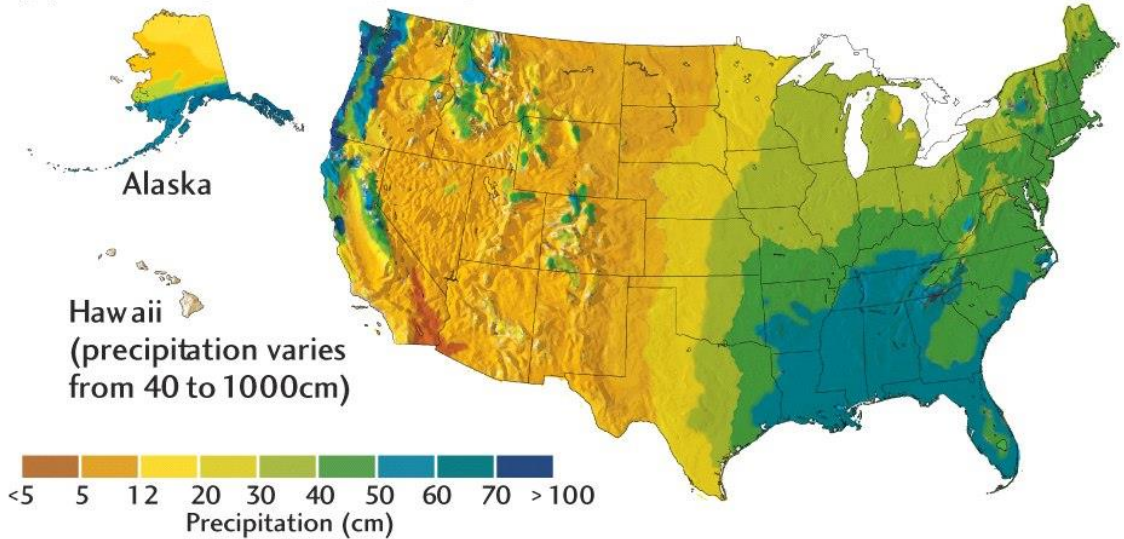
4 quando la massa d'aria supera il rilievo, l'area raffreddata, e con meno vapore acqueo discende il versante opposto e si riscalda. L'umidità relativa diminuisce

5 ..e sul versante sottovento si hanno condizioni di aridità (zona d'ombra di pioggia)

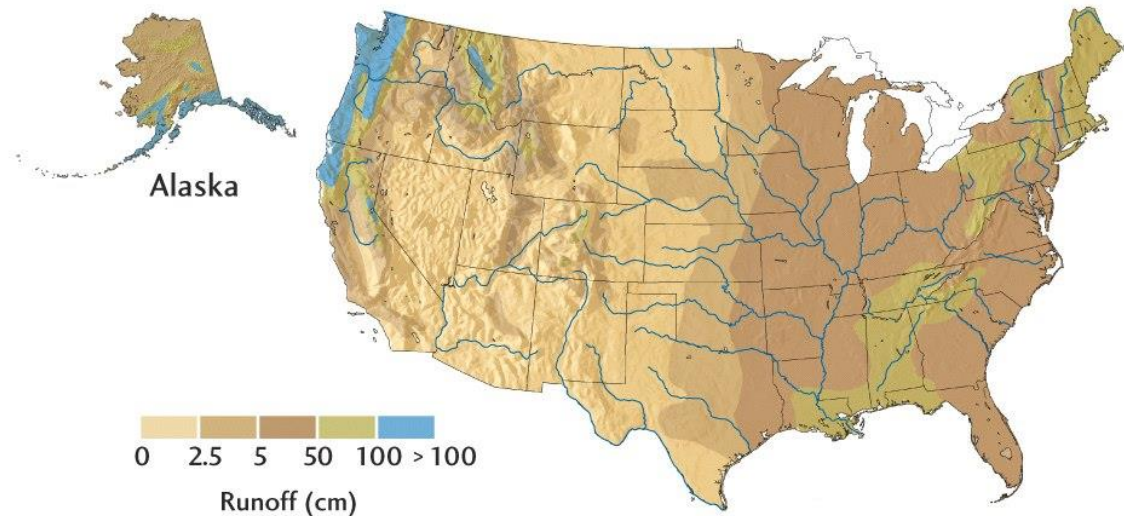
Esempi: Cascade Range, Oregon; Alpi neozelandesi; Appennini

Runoff
scorrimento
superficiale ovvero la
quantità d'acqua
trasportata dai fiumi.
In condizioni normali è
proporzionale alla
piovosità

(a) Average annual precipitation



(b) Average annual runoff



Precipitazioni
In FVG
Uccea: 1965
4374 mm

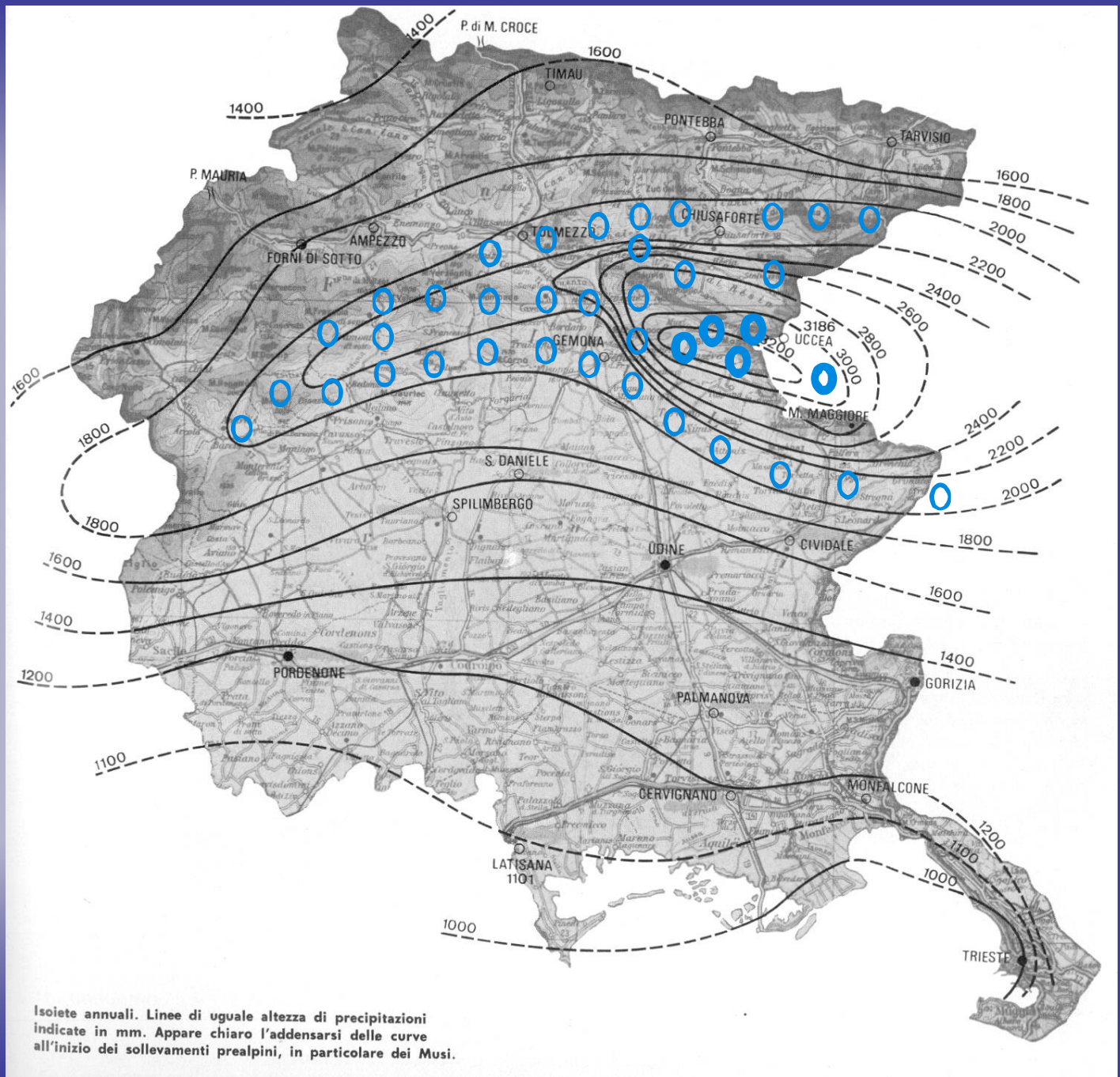


Table 13.1 Water Flows of Some Great Rivers

River	Water Flow (m ³ /s)
Amazon, South America	175,000
La Plata, South America	79,300
Congo, Africa	39,600
Yangtze, Asia	21,800
Brahmaputra, Asia	19,800
Ganges, Asia	18,700
Mississippi, North America	17,500

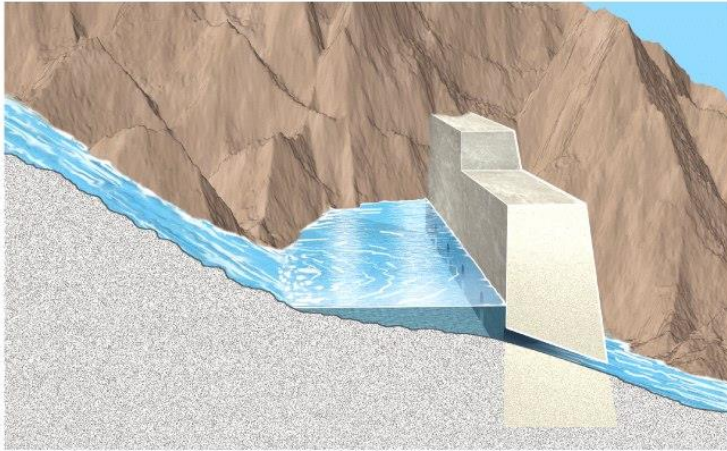
	Lungh.	Bacino	portata	Port. Max
Colorado	2 334	725 000	550	
Congo	4 200	3 700 000	60 000	
Danubio	2 860	817 000	6 700	
Gange	2 700	1 125 000	15 000	
Ienissei	4 090	580 000	17 400	
Loira	1 020	115 000	1 350	8 000
Mekong	4 500	600 000	15 000	60 000
Mississippi	3 778	3 300 000	18 500	
Niger	4 160	2 092 000	30 000	
Nilo	6 700	2 867 000	84	
Po	652	74 970	1 570	
Reno	1 326	170 000	2 190	
Rio Amazzoni	6 820	7 000 000	80 000	
Rodano	812	98 000	1 250	2 000
San Lorenzo	3 058	1 463 000	28 000	
Yangtze Kiang	5 800	1 726 000	29 000	83 000

Fonte: Selezione del Reader's Digest ????

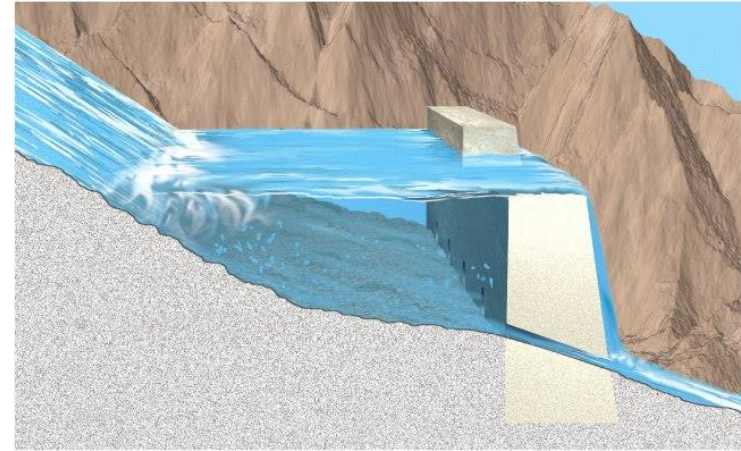
Portata Tagliamento: 92.2 m³/s (1932-1944) ; max 2,000
 Isonzo a Pieris 170 m³/s, max 4400

Funzione idrologica dei laghi

DRY PERIOD: LOW RUNOFF



WET PERIOD: HIGH RUNOFF



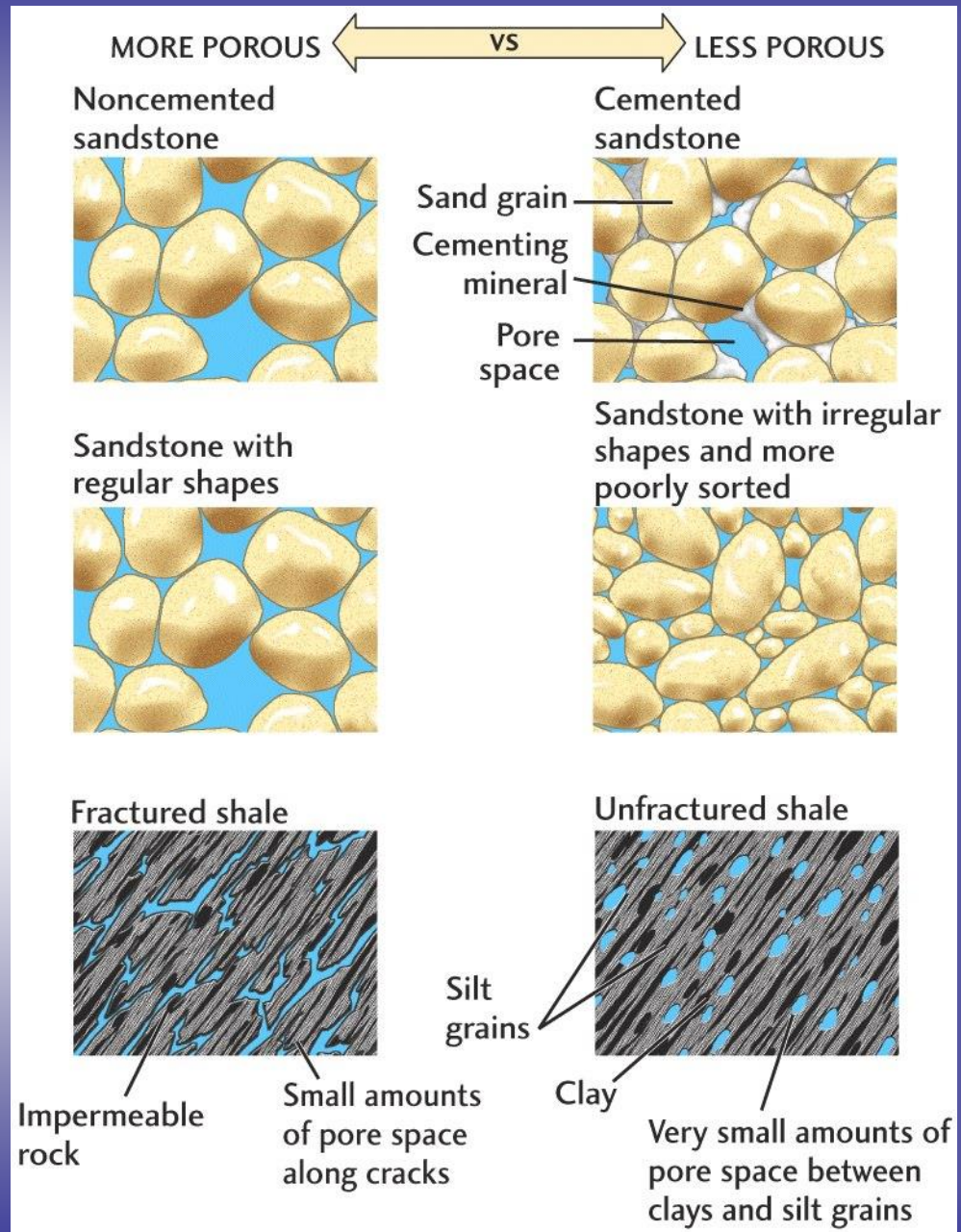
Laghi, paludi, acquitrini rappresentano bacini naturali che consentono di immagazzinare acque durante i periodi di intensa piovosità e poi di cederla poco a poco. Le dighe hanno la stessa funzione, e in più....

Acque sotterranee..l'uomo capta le sorgenti oppure scava pozzi



Parco nazionale del Gran Canyon, (Arizona) 19 Acqua Foresta di Tarviso, Bagni di Lusinizza.. 48

Porosità: rapporto tra vuoti e pieni in un sedimento
Ovviamente si parla di porosità in rocce e sedimenti clastici
Formati da granuli



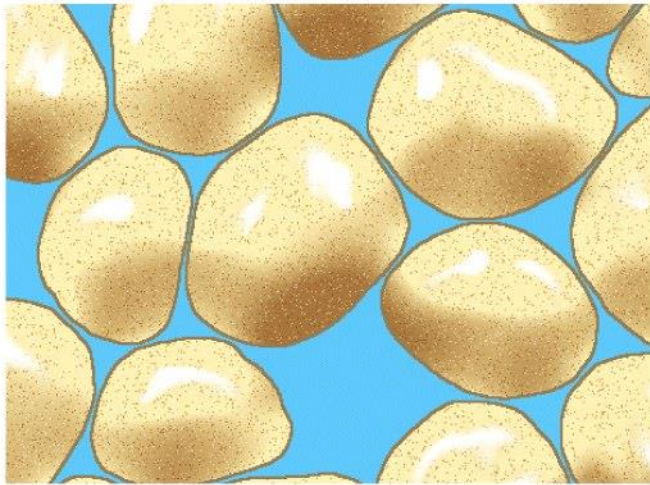
MORE POROUS

VS

LESS POROUS

Noncemented
sandstone

Cemented
sandstone

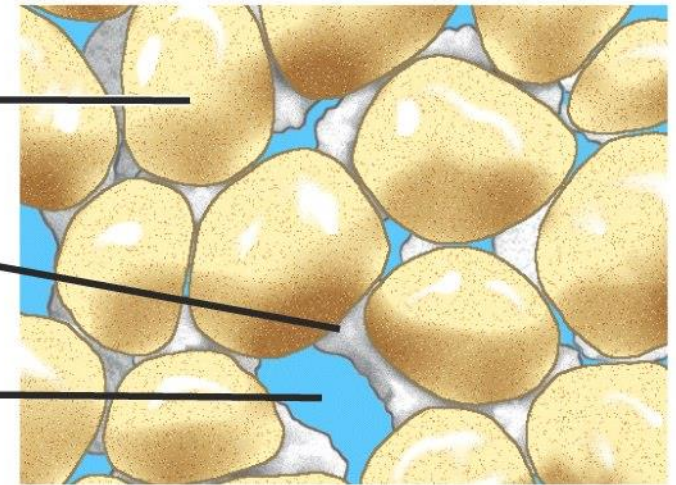


Sand grain

Cementing
mineral

Quasi sempre calcite...

Pore
space



Spazi intercomunicanti

Spazi NON intercomunicanti

Sabbia

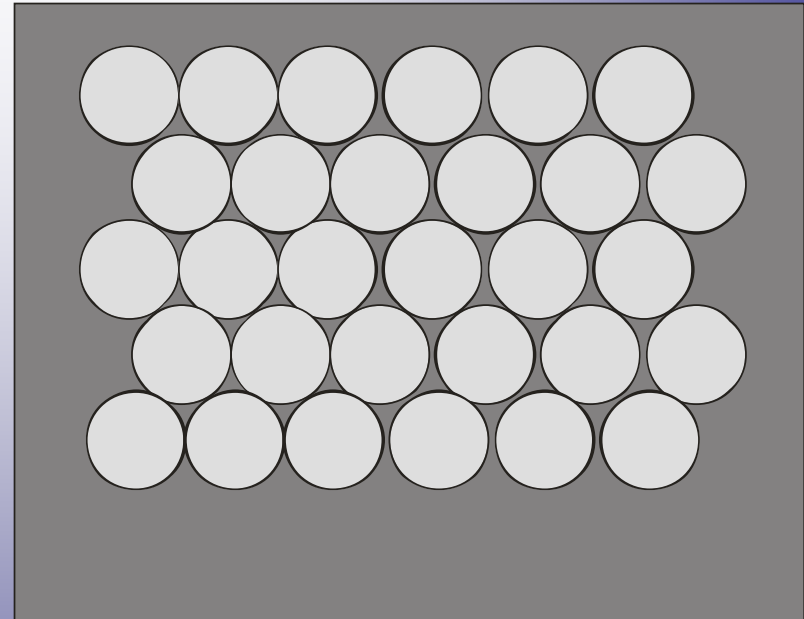
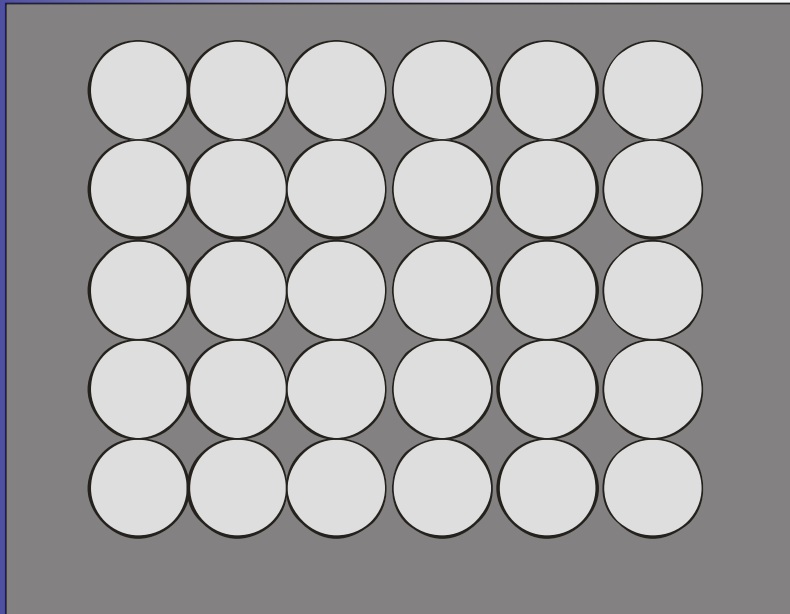
(sedimento sciolto)

Arenaria (sedimento
litificato) roccia

Porosità reale...:25-50 %

Porosità reale...:5-30 %

Porosità e sfere: i due casi limite



Il problema geometrico della porosità teorica...

La compattazione abbassa la densità a parità di granulometria

.

Dimensioni e forma... e classazione..

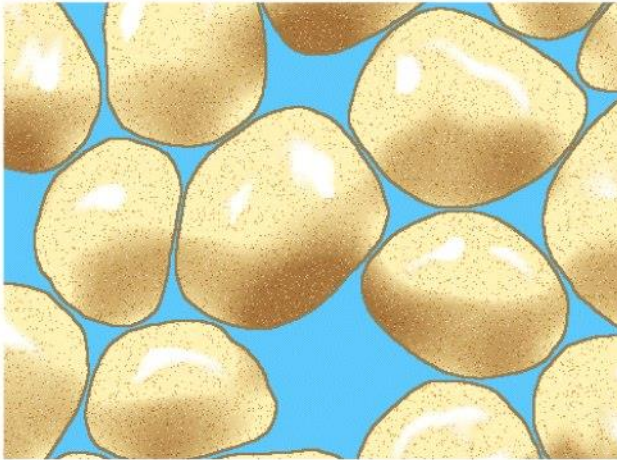
MORE POROUS



LESS POROUS

Sandstone with regular shapes

Sandstone with irregular shapes and more poorly sorted



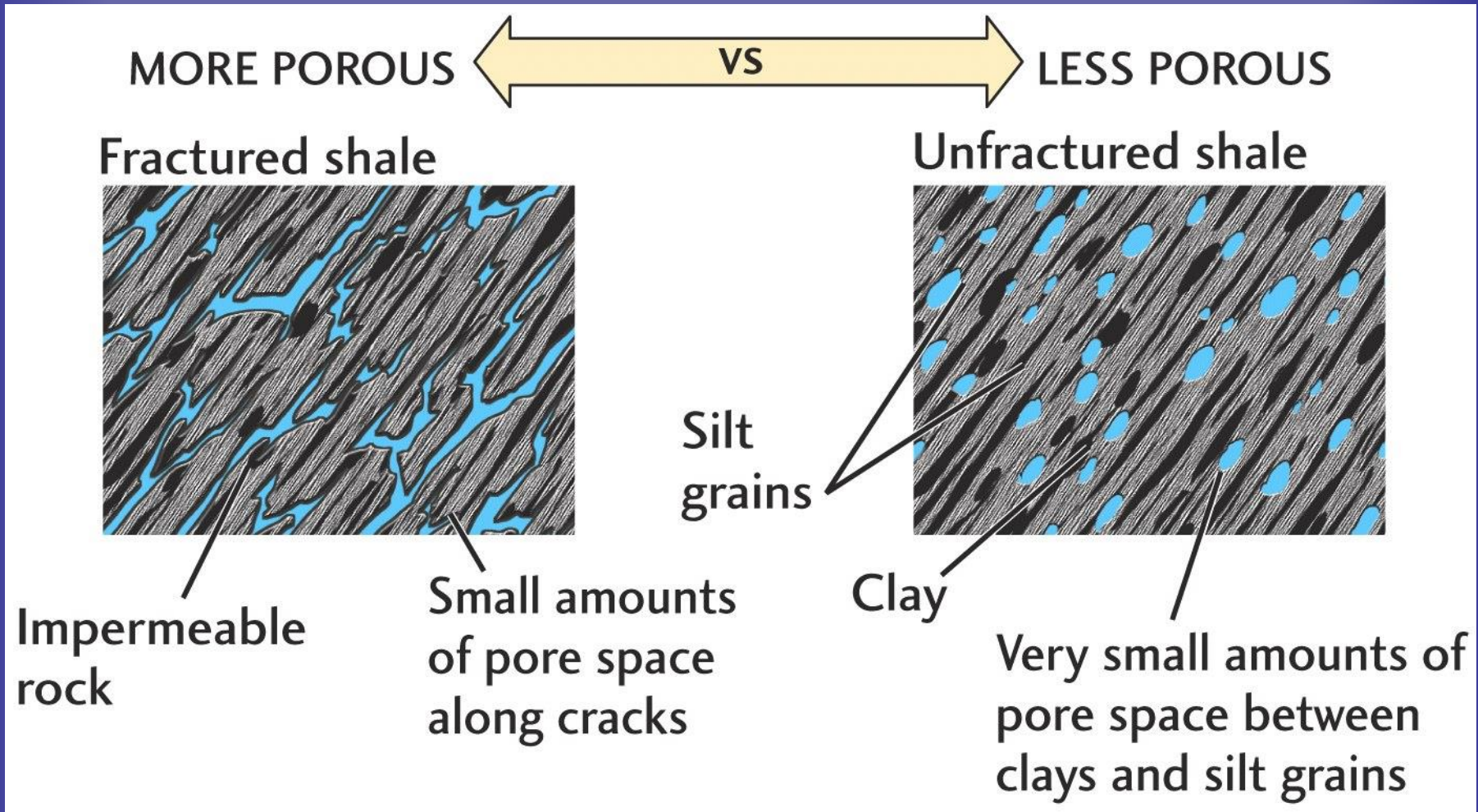
+ vuoti

Arenaria di spiaggia,
eolica...

- vuoti

Arenaria di origine
Fluviale, fluvioglaciale

Shale: roccia metamorfica a grana fine: fango -> argillite shale...



Valori indicativi: roccia fratturate: 30-40 %,
Argilliti non fratturate $\leq 10\%$

Table 13.2 Porosity and Permeability of Aquifer Rock Types

Rock Type	Porosity (Pore Space That May Hold Fluid)	Permeability (Ability to Allow Fluids to Pass Through)
Gravel	Very high	Very high
Coarse- to medium-grained sand	High	High
Fine-grained sand and silt	Moderate	Moderate to low
Sandstone, moderately cemented	Moderate to low	Low
Fractured shale or metamorphic rocks	Low	Very low
Unfractured shale	Very low	Very low

Porosità: quantità di vuoti in una roccia:

porosità primaria: pori (r. sed. Clastiche)

porosità secondaria: fratture (calcari, graniti, basalti...)

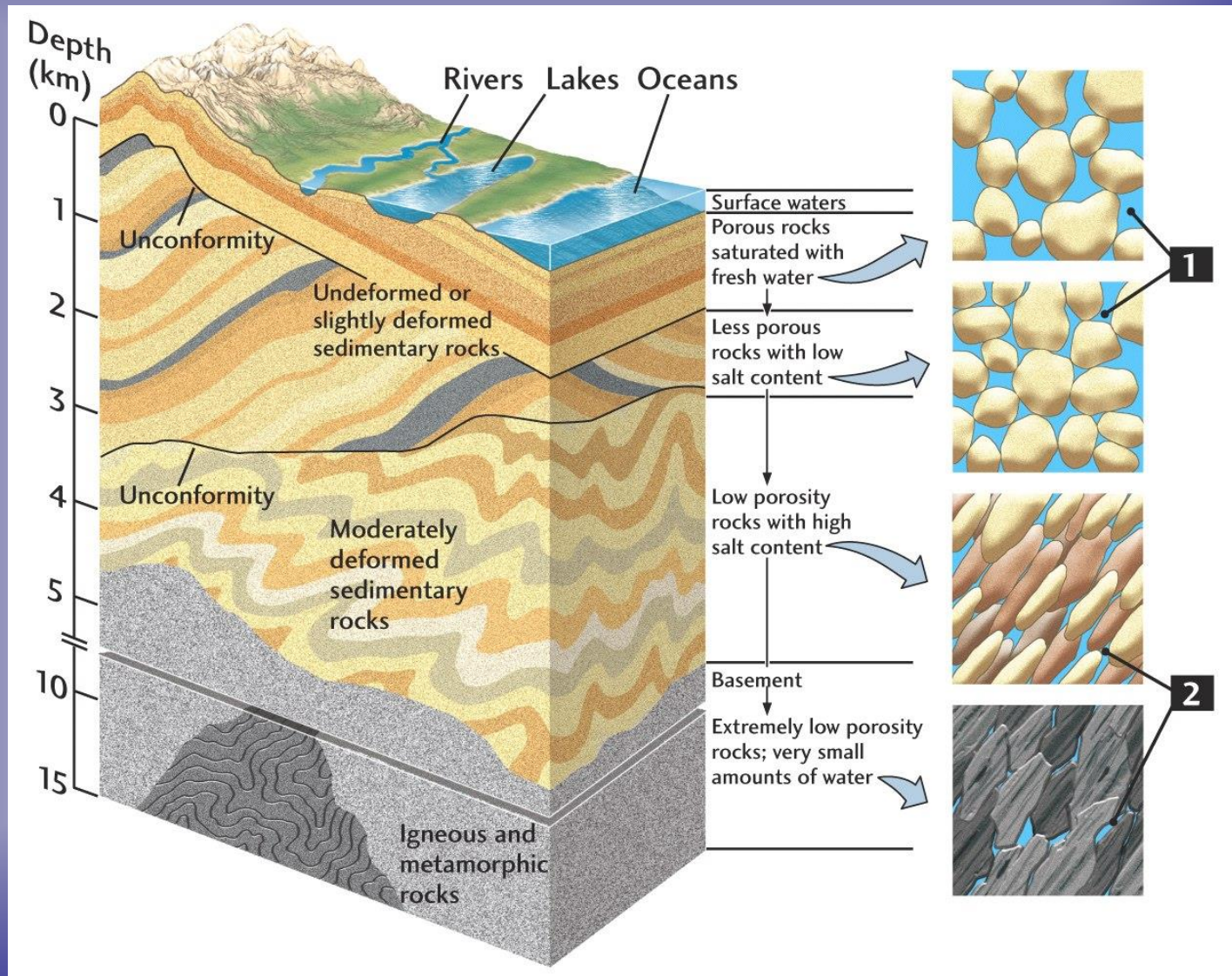
Permeabilità: capacità di un materiale a farsi attraversare da un fluido

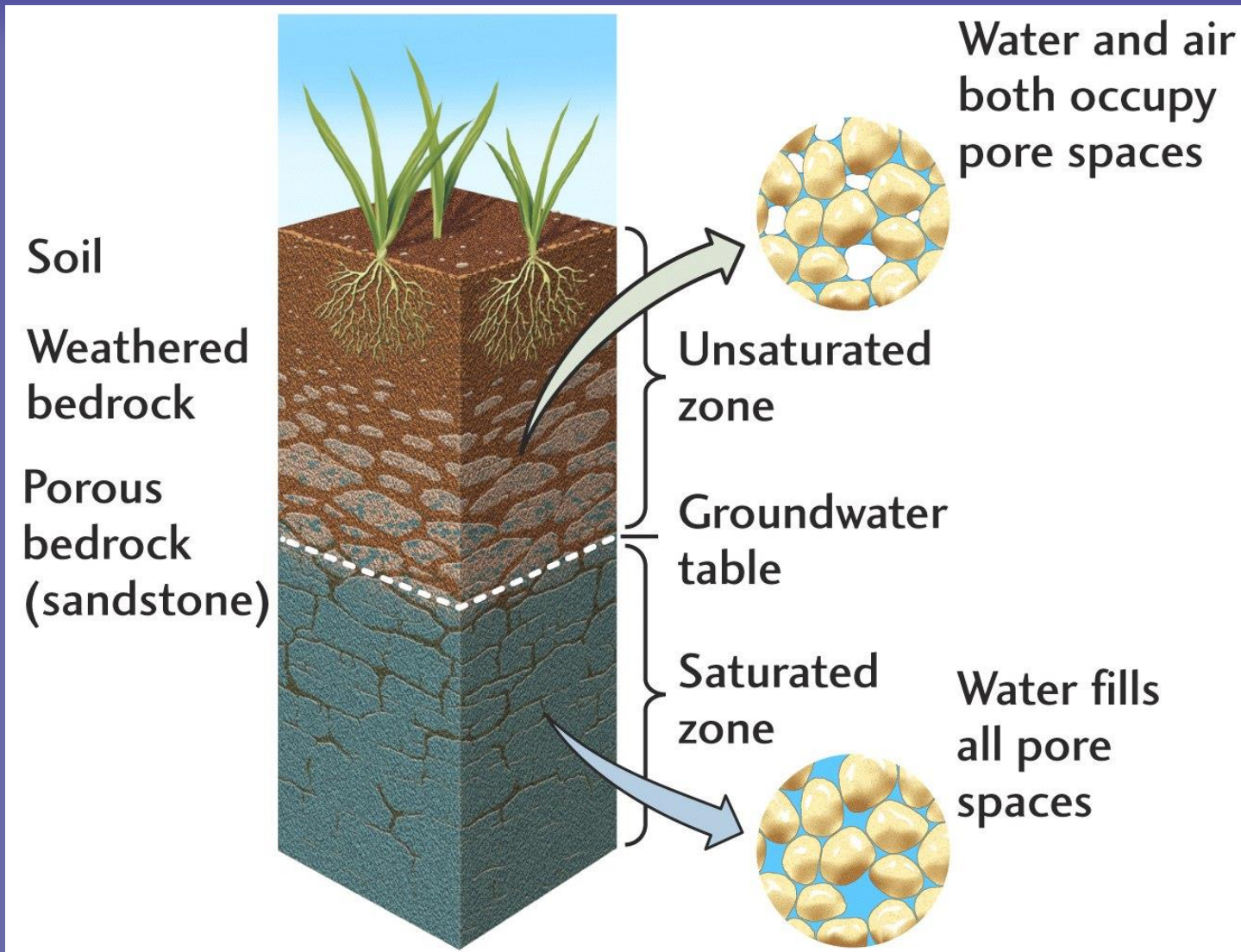
Porosità \neq permeabilità

- La porosità è..*conditio sine qua non*...
- Porosità efficace
- Permeabilità: capacità delle rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua

Definizione..vecchia..nello stesso testo la porosità è la capacità di una roccia ad assorbire acqua

Regola generale: più vado in profondità e più diminuisce la porosità e
La quantità d'acqua, aumenta la salinità

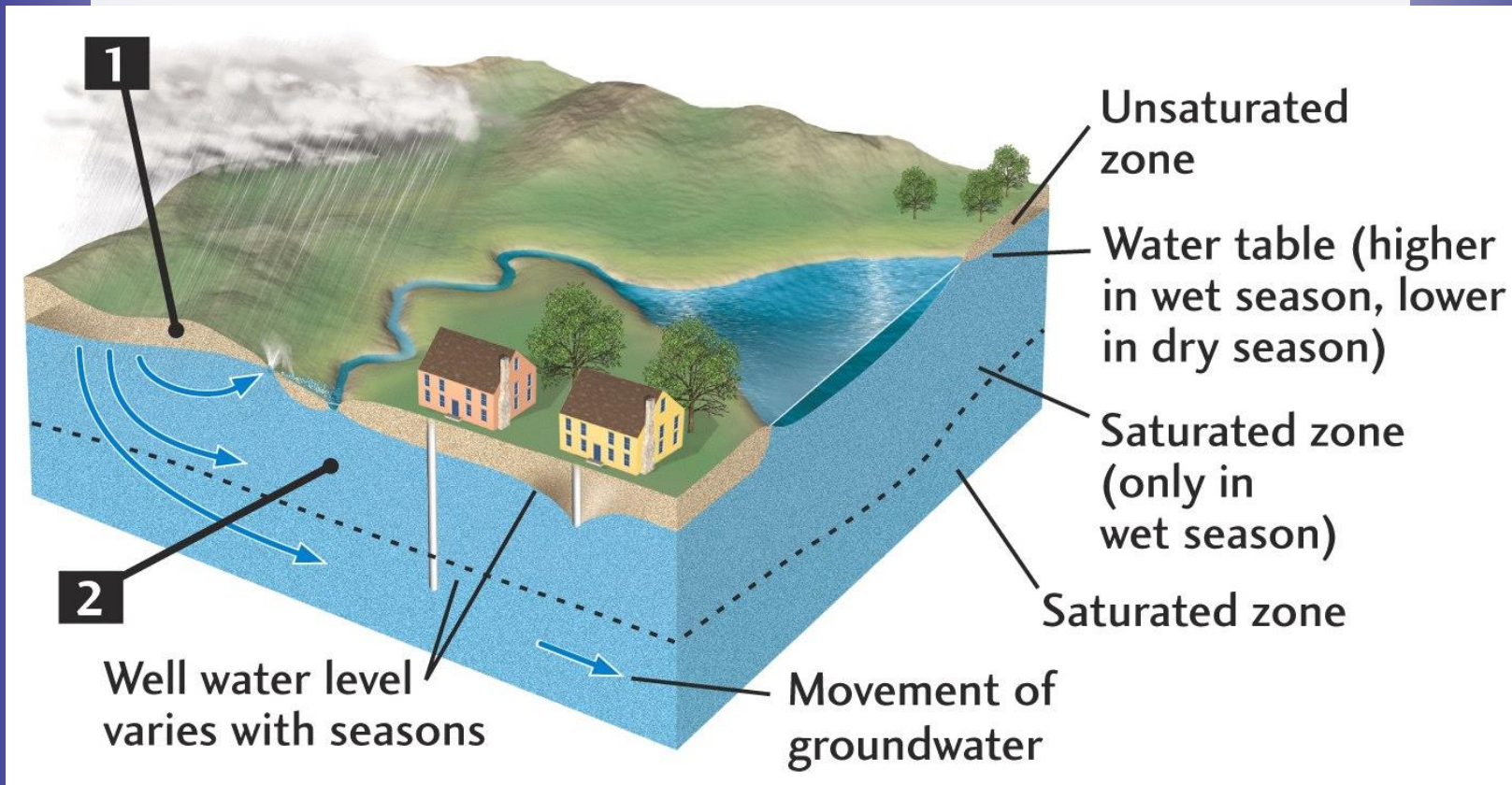




In piccolo..suoli..... in grande le falde

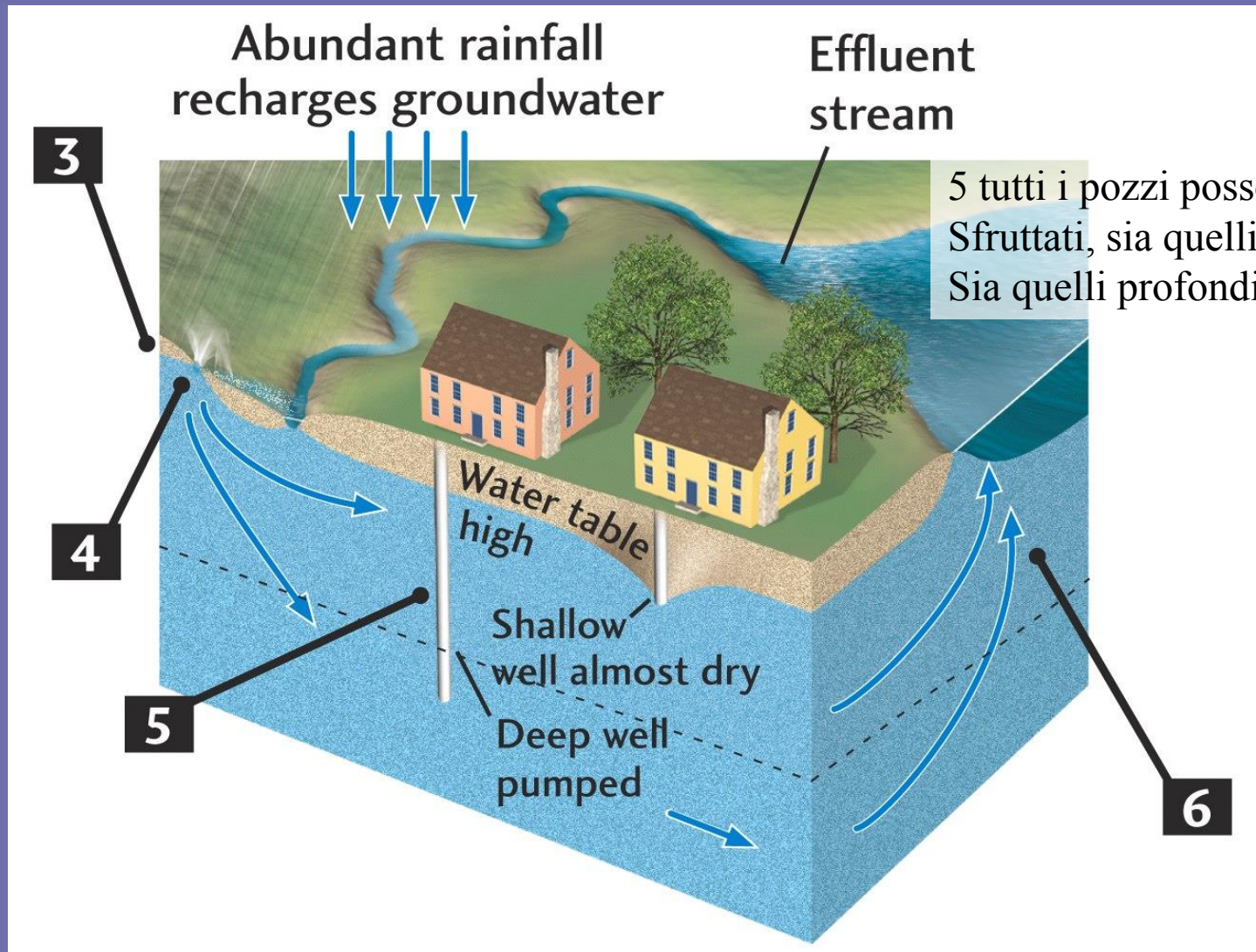
Dinamica delle falda Bilancio tra afflusso e deflusso

1 Le acqua di precipitazione si infiltrano nel suolo e nelle rocce porose



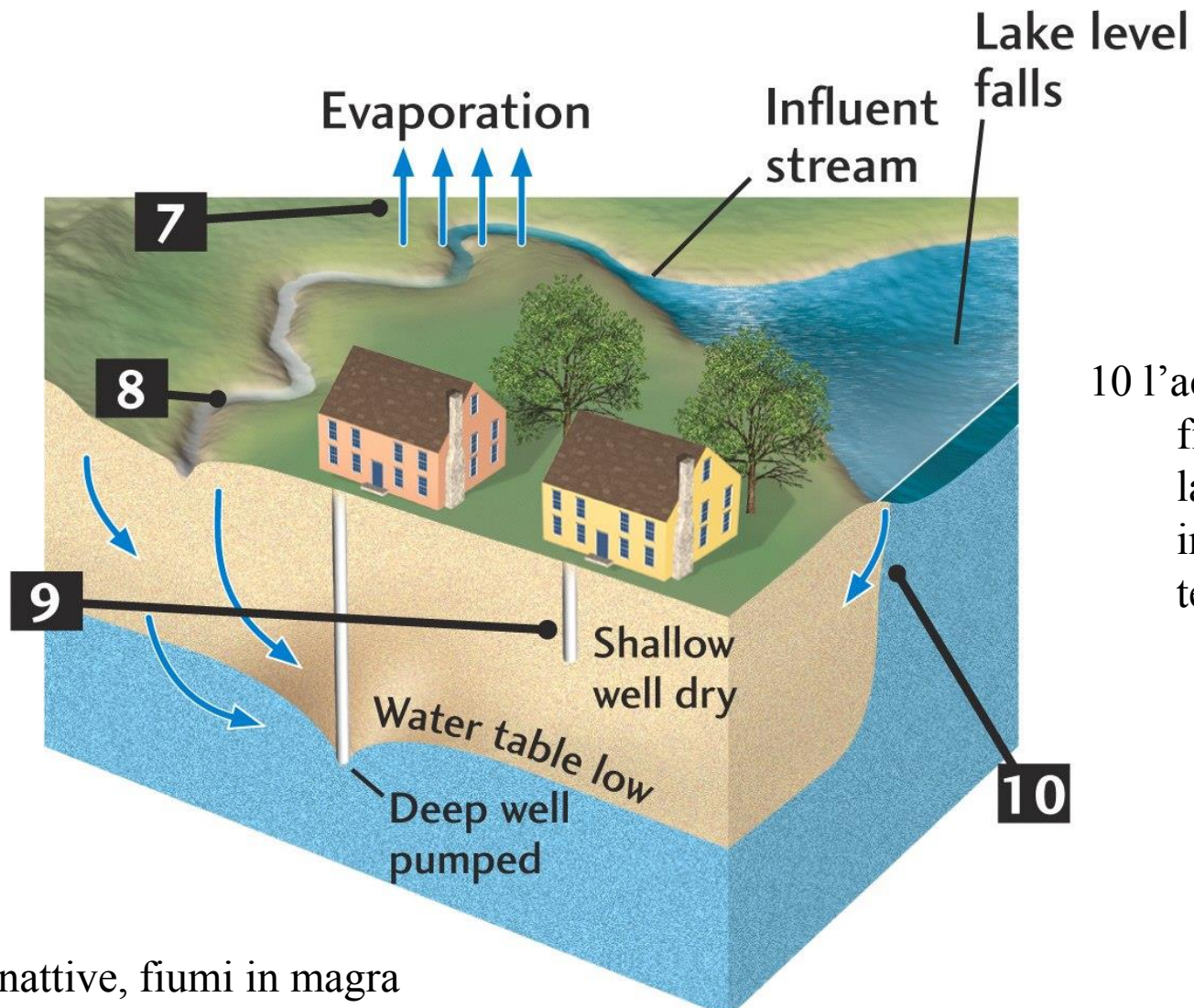
2 E alimentano fiumi e laghi

3 se il periodo piovoso continua la superfici della falda si alza



4 l'acqua di falda fuoriesce dalle sorgenti e alimenta fiumi e laghi (6)

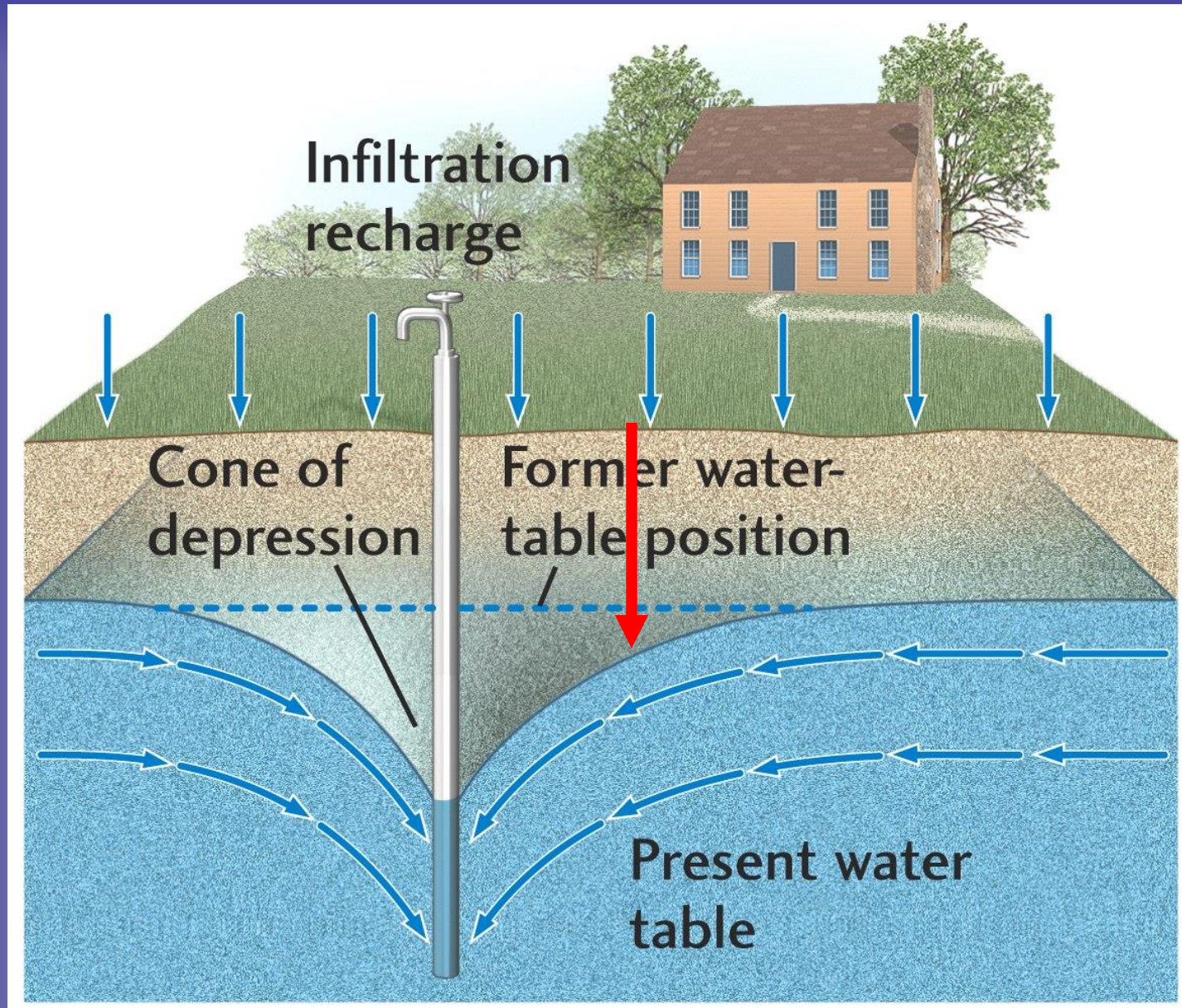
7 Periodo asciutto: aumenta l'evaporazione



10 l'acqua di fiumi e laghi si infiltra nel terreno

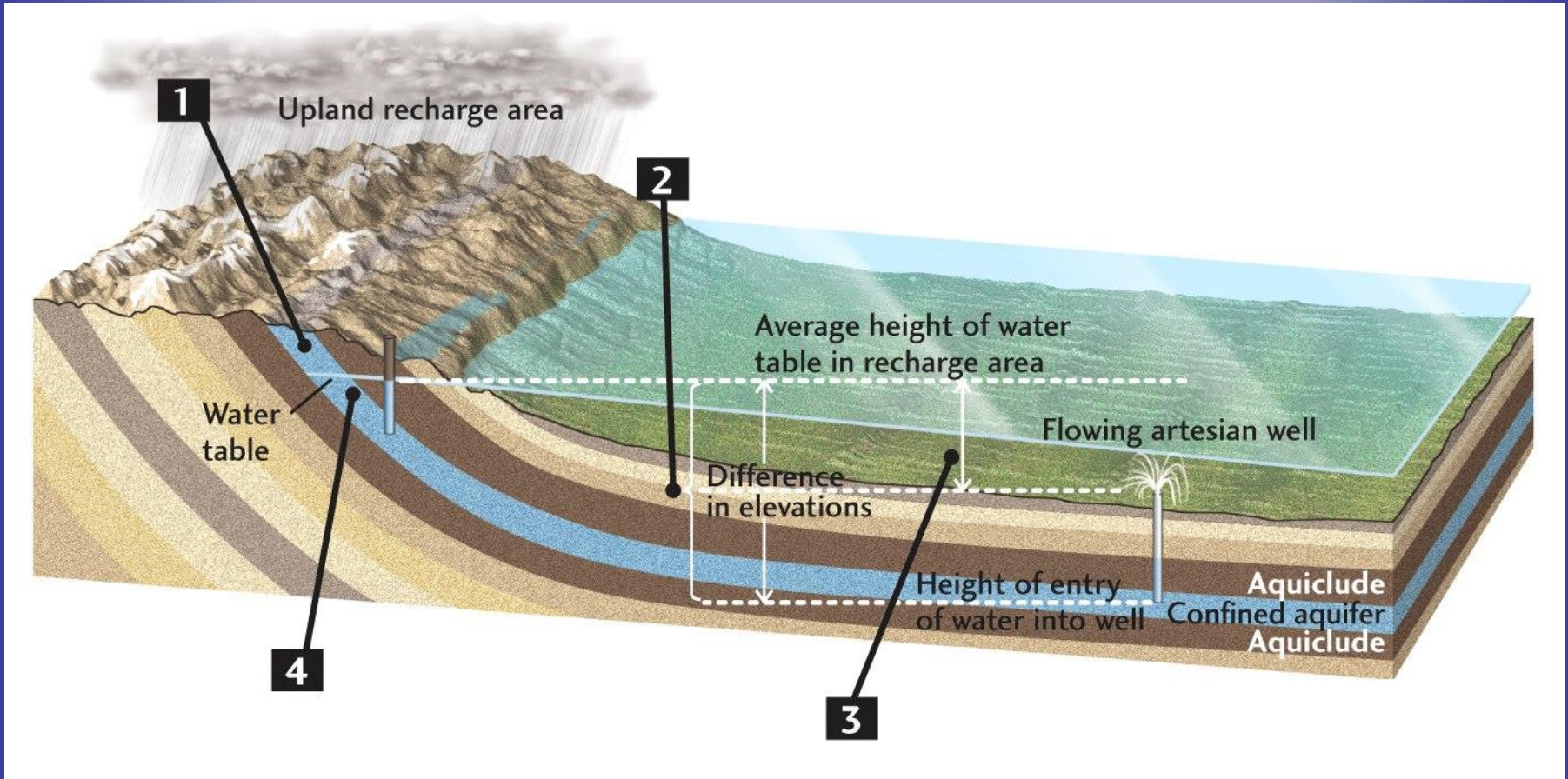
8 sorgenti inattive, fiumi in magra

9 sup. freatica si abbassa e i pozzi più superficiali si prosciugano



Falde freatiche o falde in pressione

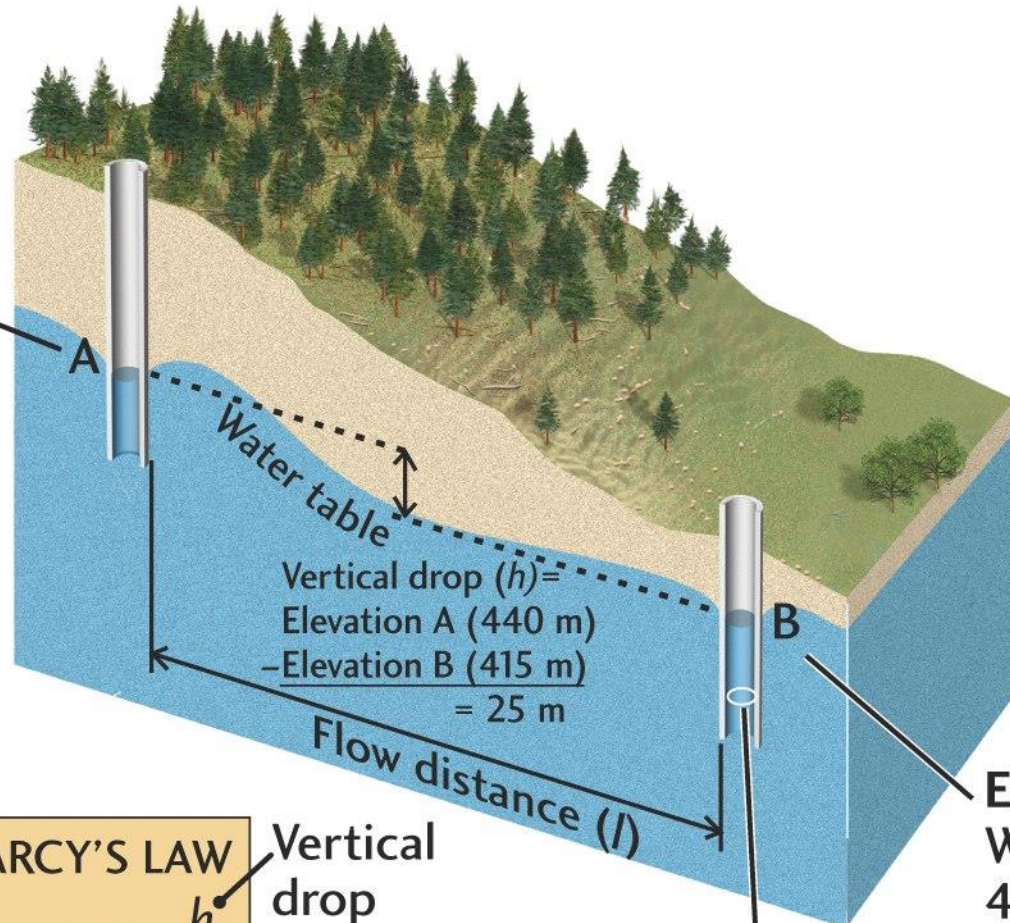
1 acquifero confinato da due strati impermeabili (acquicludi)



2 Dal pozzo artesiano l'acqua sgorga spontaneamente ,

Facili esperimenti..

Elevation A:
Water table =
440 m above
sea level



Elevation B:
Water table =
415 m above
sea level

Volume of water

DARCY'S LAW

$$Q = A \left(K \times \frac{h}{l} \right)$$

Cross-sectional area of flow

Permeability (hydraulic conductivity)

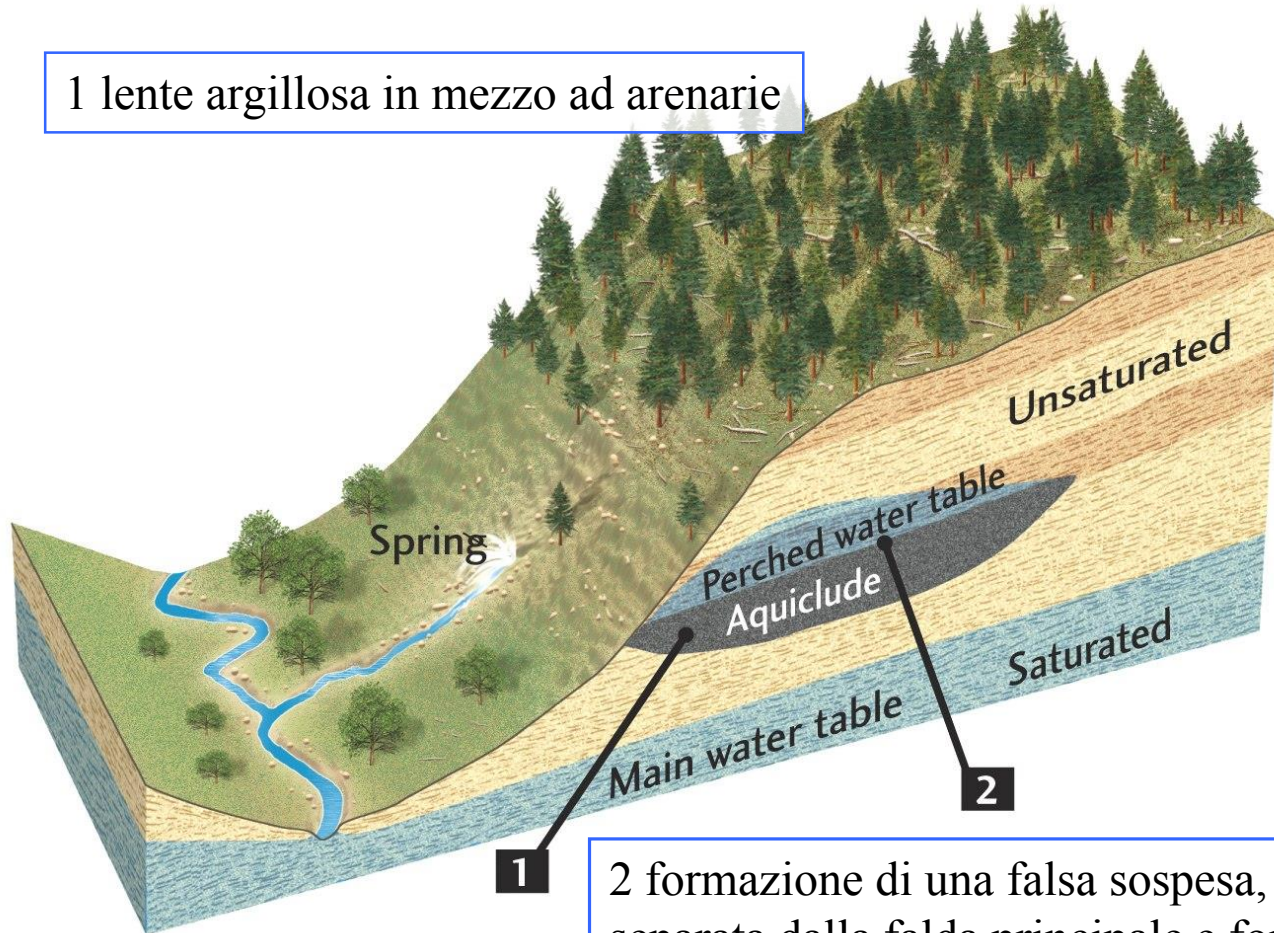
Vertical drop

Flow distance

0.25 m² =
cross-sectional
area (A)

Falda sospesa: Situazione geologica complessa

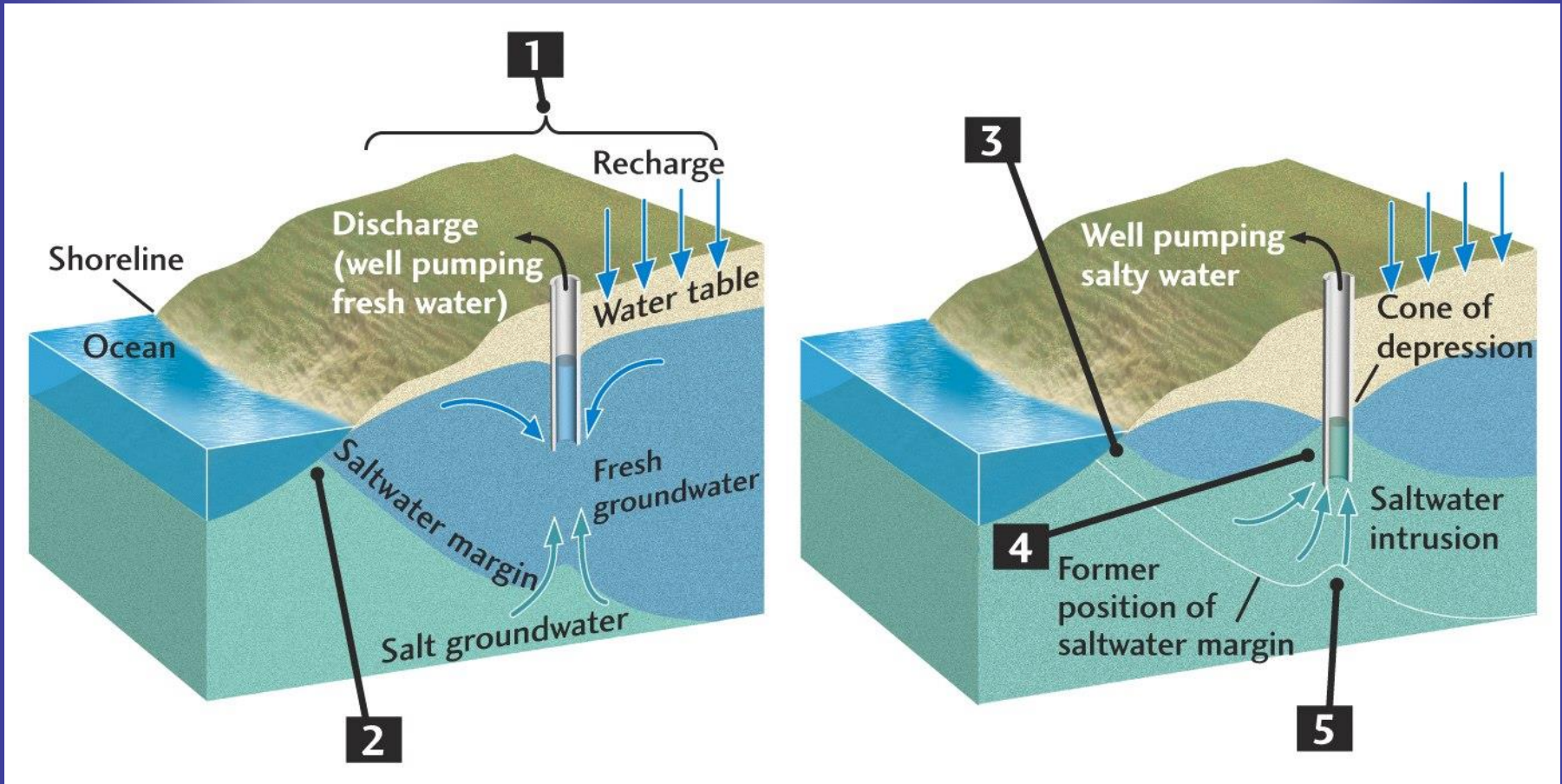
1 lente argillosa in mezzo ad arenarie



2 formazione di una falsa sospesa, separata dalla falda principale e formazione di una piccola sorgente

Falda in zona costiera

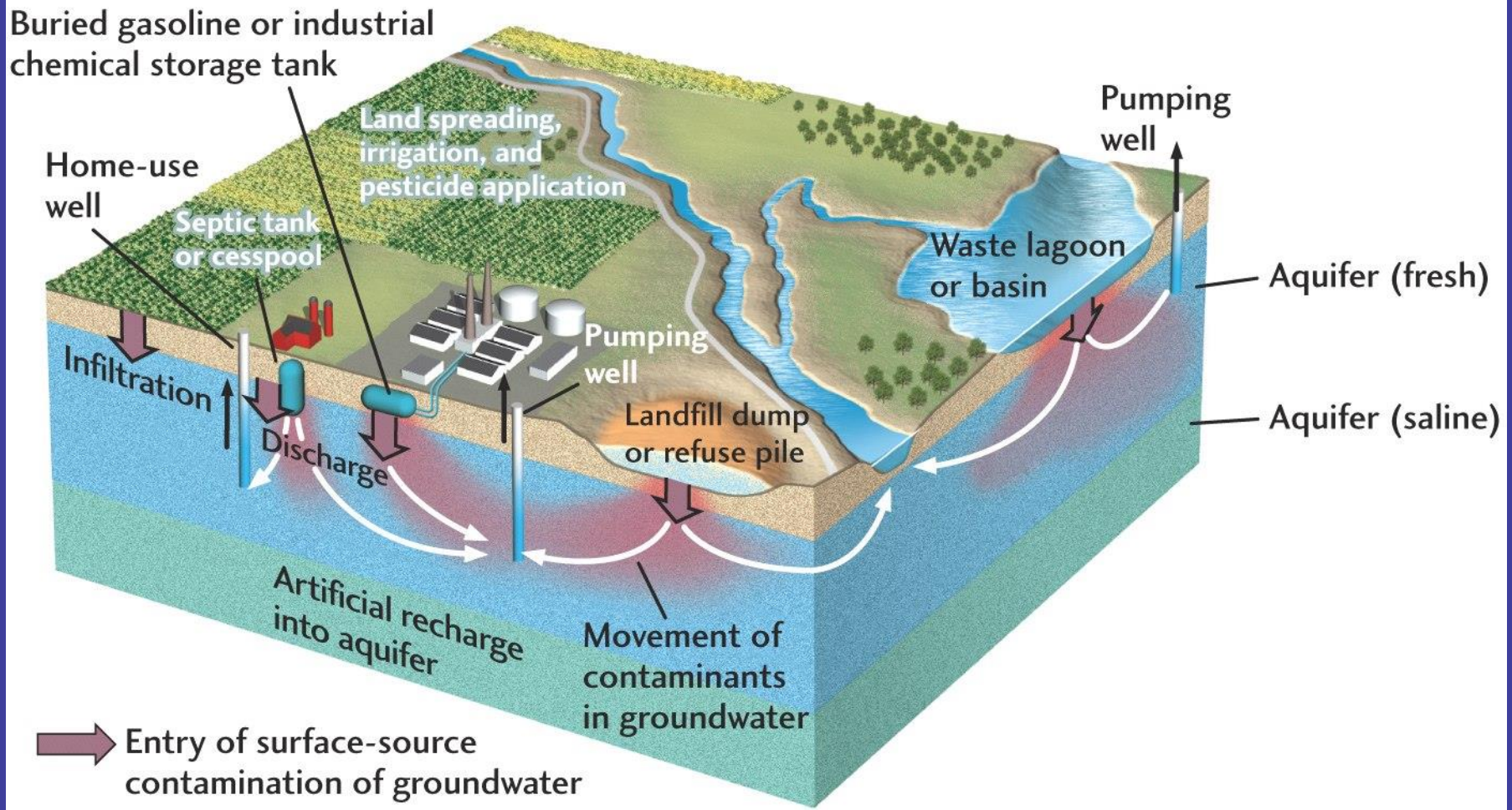
3 emungimento, l'acqua di mare si
Sposta verso la terra emersa



2 normalmente la pressione dell'acqua dolce tiene..al largo l'acqua salata

5 cono depressione capovolto

Inquinamento: il vero pericolo è la trasmissione degli Inquinanti dalle acque superficiali a quelle profonde



NB: τ tempo di residenza in anni

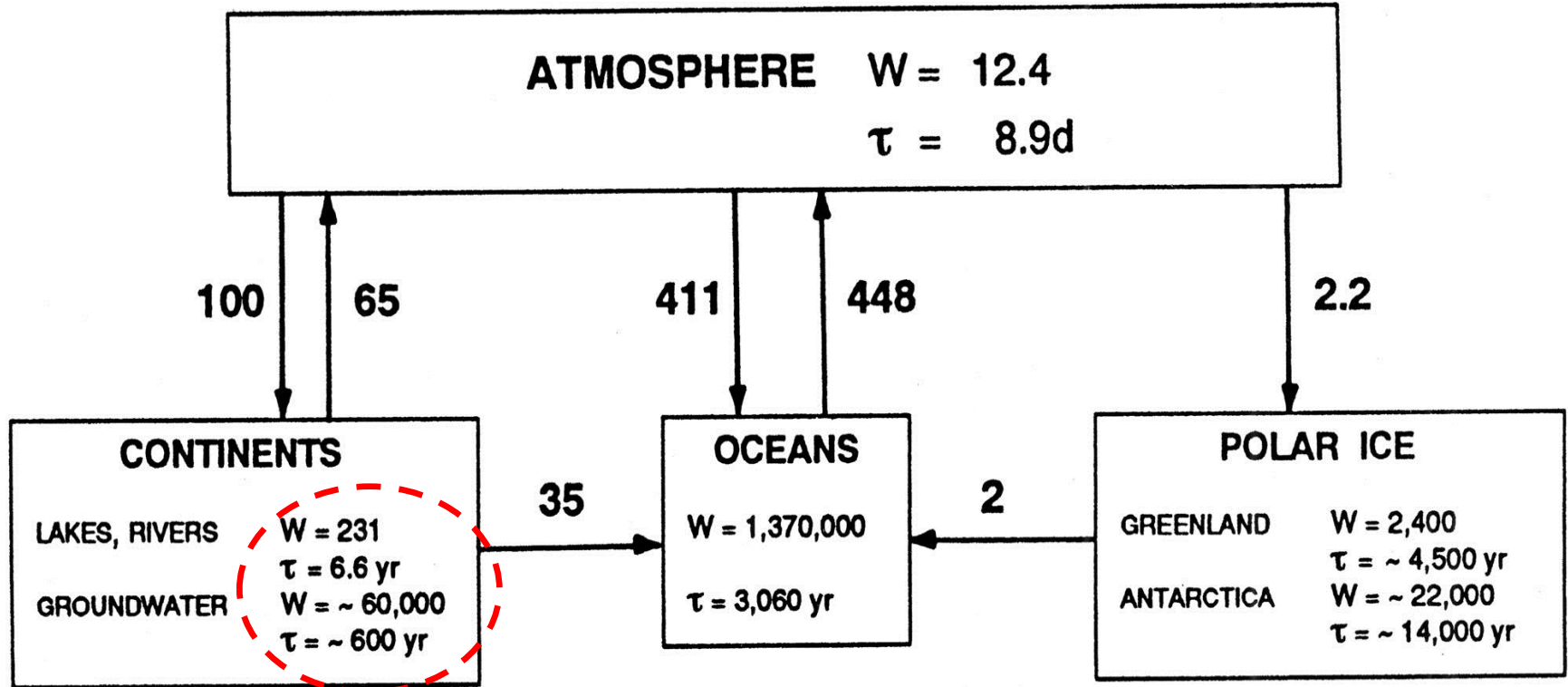
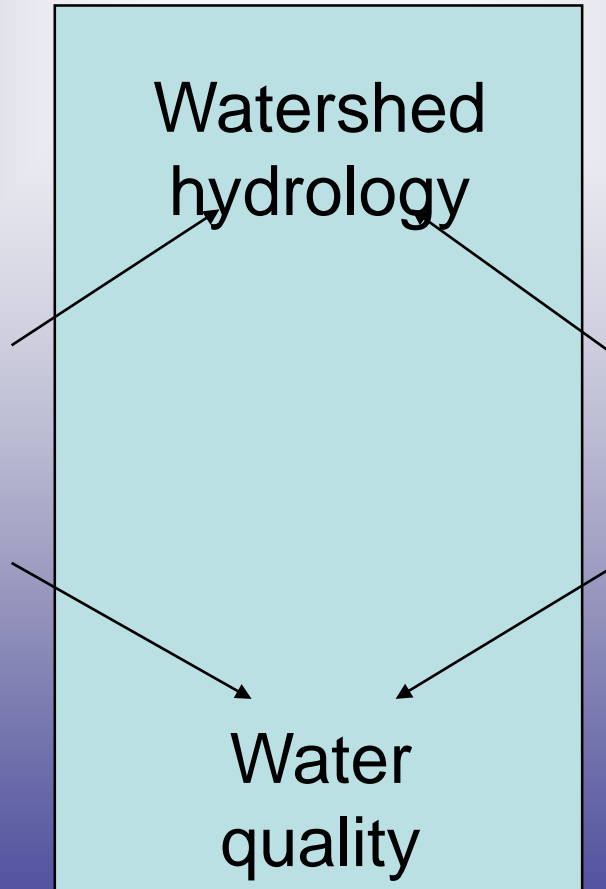


FIGURE 4-2 Global water balance. W = water content in 10^3 km^3 , values on arrows = transport in $10^3 \text{ km}^3 \text{ yr}^{-1}$, and τ = retention time. Estimate of ground water is to a depth of 5 km in the Earth's crust; much of this water is not actively exchanged. (Modified from Flohn, 1973, after L'vovich.)

Land uses: Effects upon hydrology/water quality

- Natural Events

- Fires
- Wind storms
- Disease outbreaks
- Floods
- Volcanoes
- Climate change

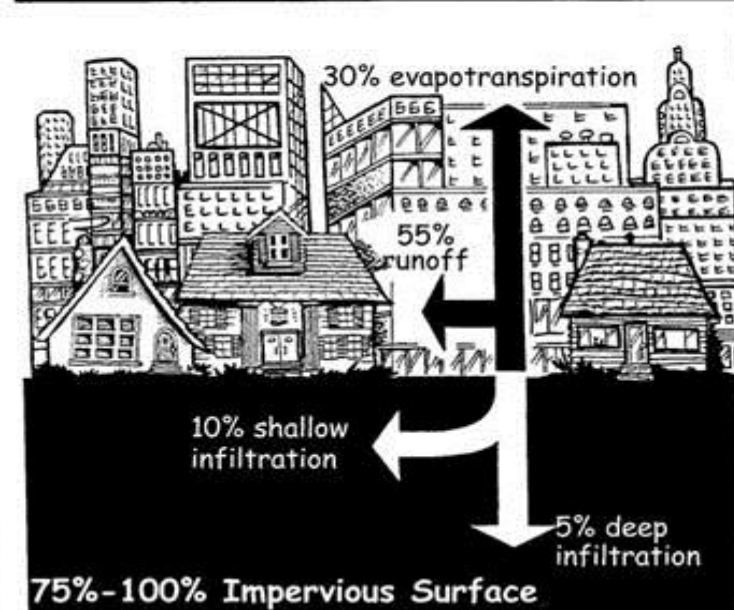
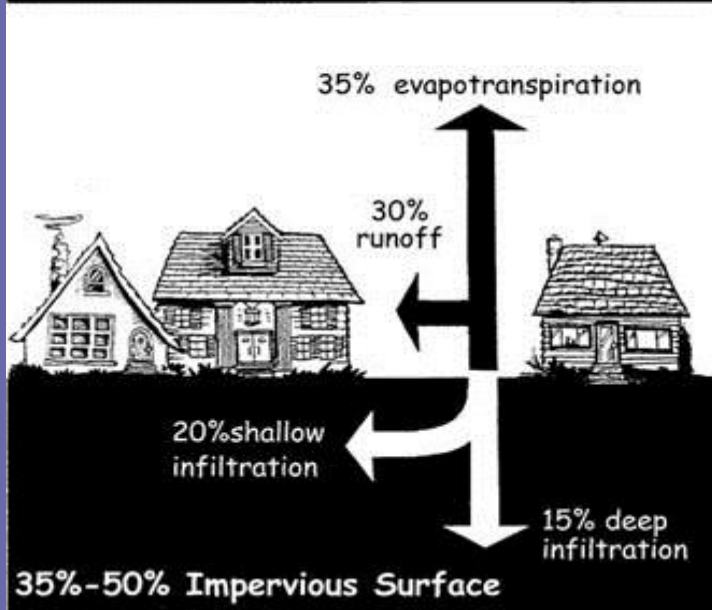
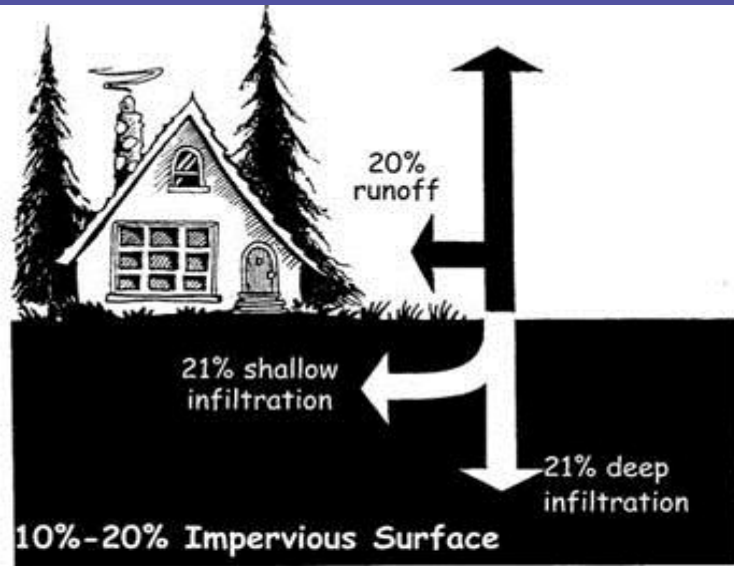
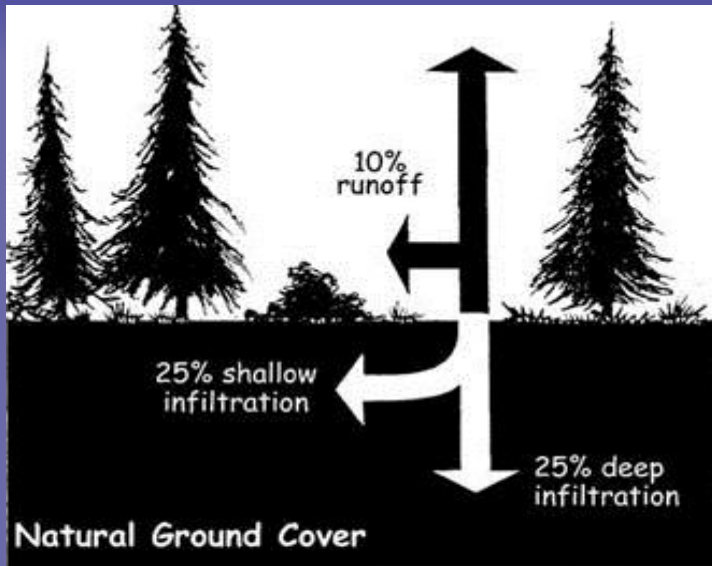


- Land Uses

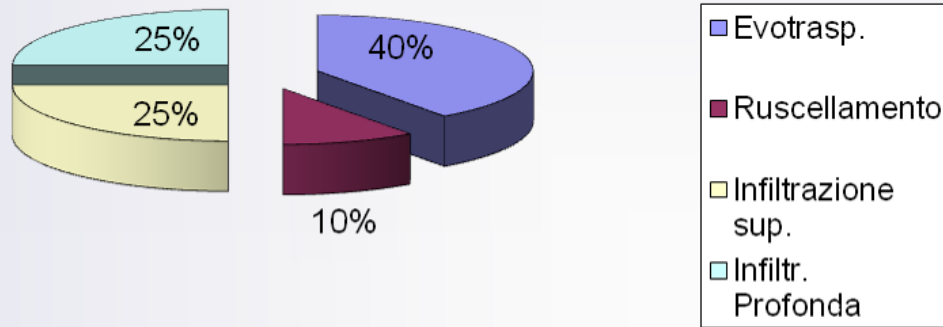
- Flood control
- Timber production
- Urban development
- Hydroelectric
- Agriculture
- Mining

$$P = ET + R + I$$

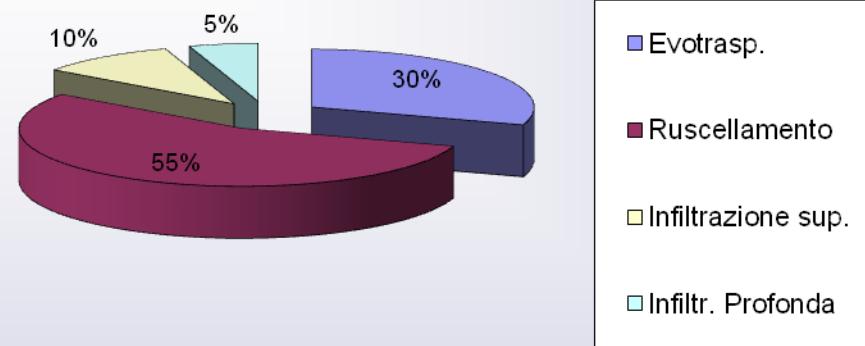
- P = precipitazioni
- ET evotraspirazione reale (clima, vegetazione=
- R= acqua di ruscellamento
- I infiltrazione a livello di suolo e a livello di falde



Superficie naturale



Superficie antropizzata



Utilizzo del suolo e tempo di corrivazione

(Il **tempo di corrivazione** valutato in un determinato punto di una rete di drenaggio (naturale o artificiale) è il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino in esame.

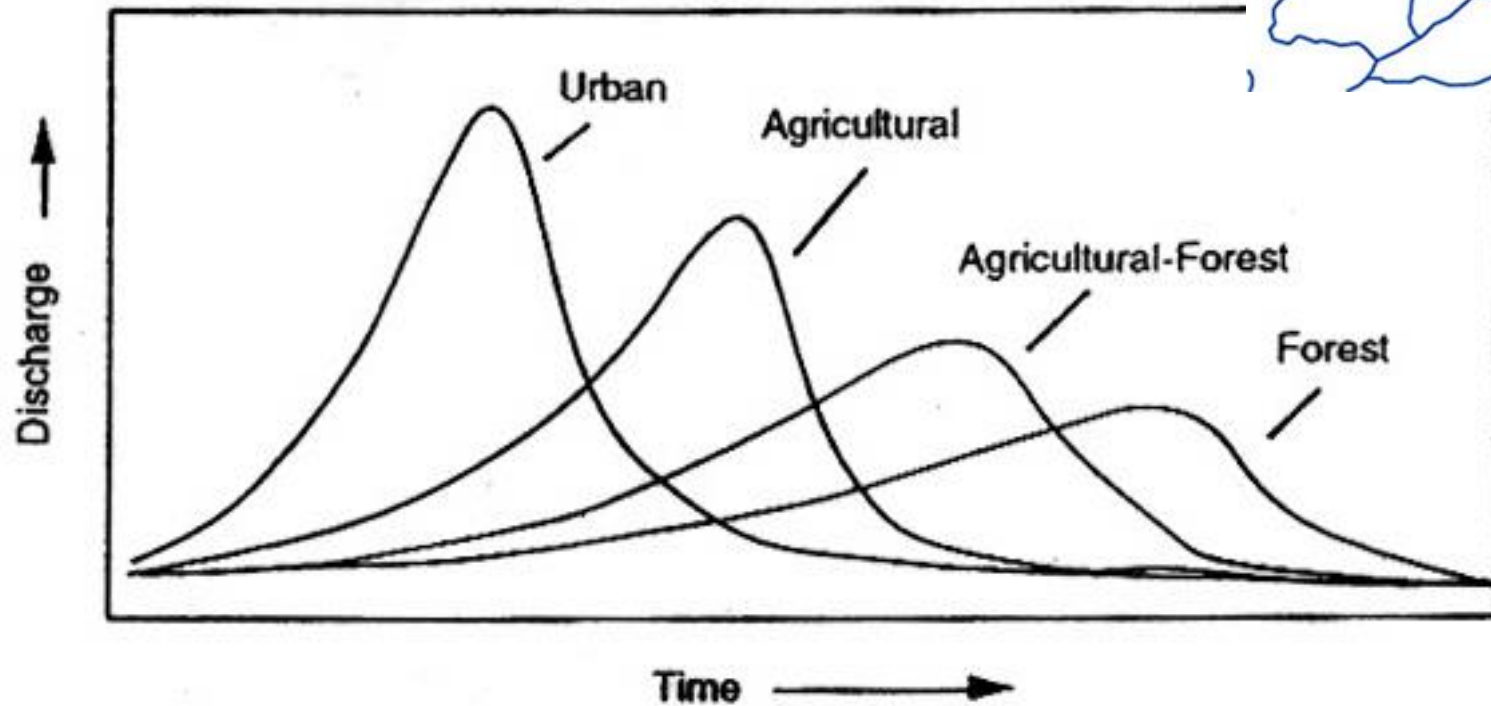
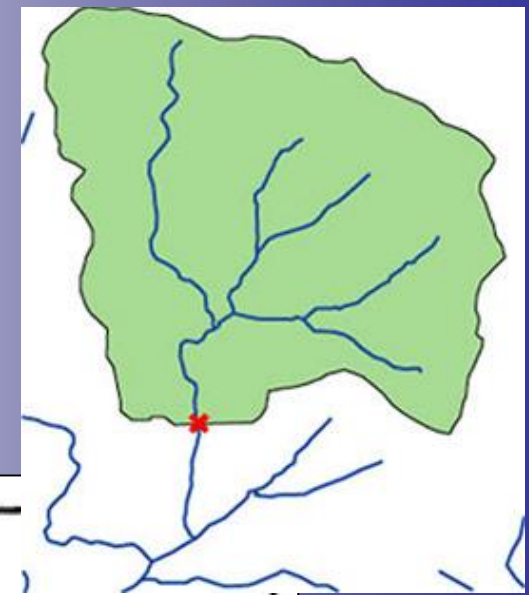


Figure 7. Stormwater discharges from various land covers.

Urbanizzazione del bacino

- + acqua di scorrimento superficiale
- Scorrimento + veloce
- - ricarica delle falde
- Maggiore possibilità di piene

FINE !!!

PAS 059 Acqua

