

Docente: dott. Elisabetta Pizzul – Ed. M St. B/26

Tel. 0405588830/3897 (cell.3292030793)

Orario

Il ciclo dell'acqua e gli impatti dell'uomo

L'azione morfologica dell'acqua

Il bacino imbrifero e i suoi cambiamenti in relazione agli impatti antropici

Le acque lentiche

Origine e natura dei laghi italiani

I movimenti d'acqua nei laghi

Le problematiche legate alla gestione dei laghi artificiali

Organismi animali e vegetali presenti nei laghi e loro distribuzione in questi ambienti

Classificazione delle acque lotiche

Organismi animali e vegetali presenti nei fiumi

Zonazione ittica

Gli ambienti di risorgiva

L'inquinamento delle acque superficiali

Lo standard di qualità delle acque

L'autodepurazione delle acque

Pratiche di immissione, reintroduzione e ripopolamento

Fauna alloctona

Monitoraggio qualitativo, semi-quantitativo e quantitativo della fauna ittica e macrobentonica

Gli indicatori biologici

Il biomonitoraggio nella valutazione della qualità delle acque correnti

Indici di diversità, Indici Saprobici e Indici Biotici

La Direttiva 2000/60/CE ed gli Indici proposti per l'Italia D.M. 260/2010

Indici biotici, Indice Chimico-fisico, Indici idromorfologici D.M. 260/2010

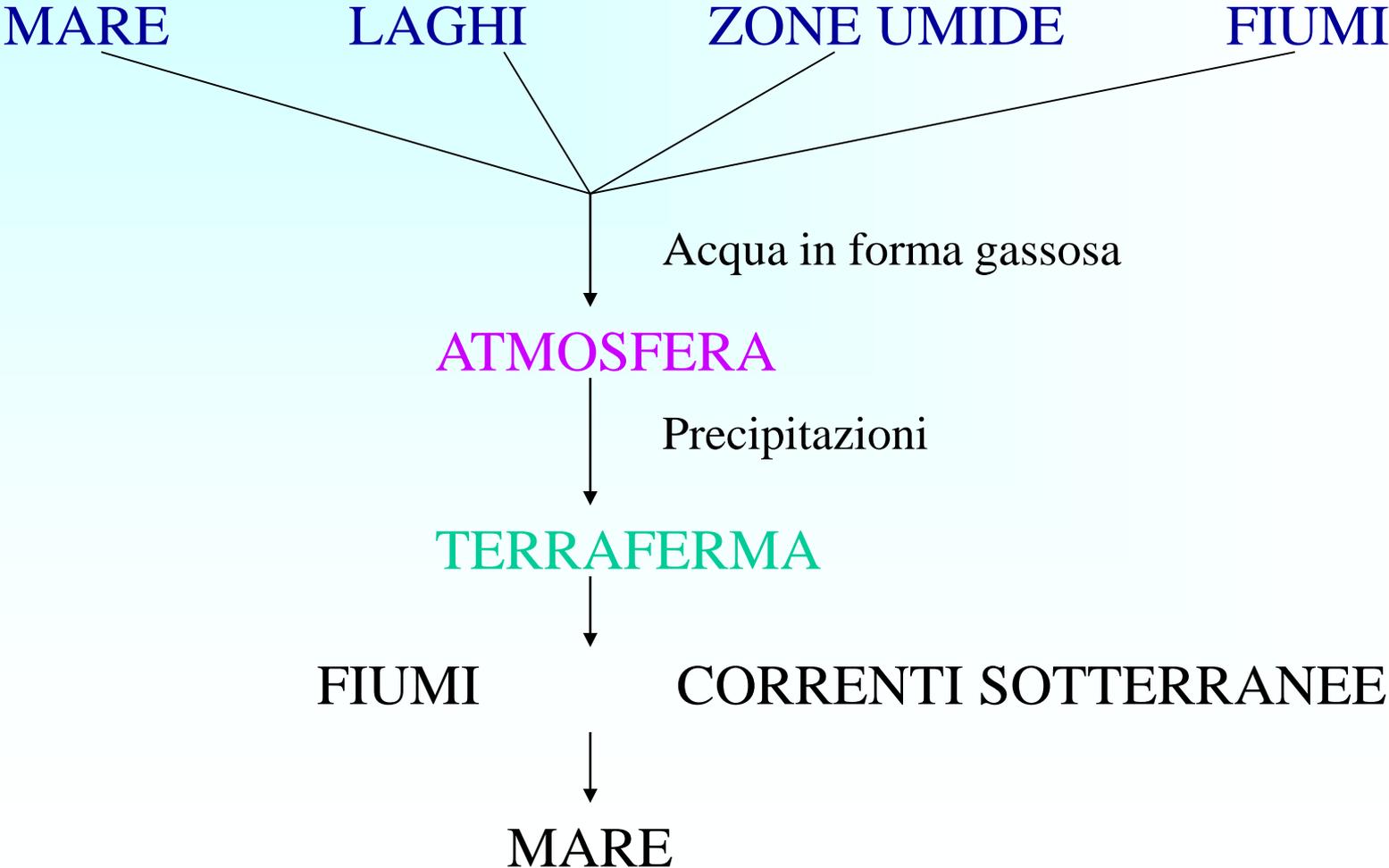
Indici ecologici

## Il Ciclo dell'Acqua

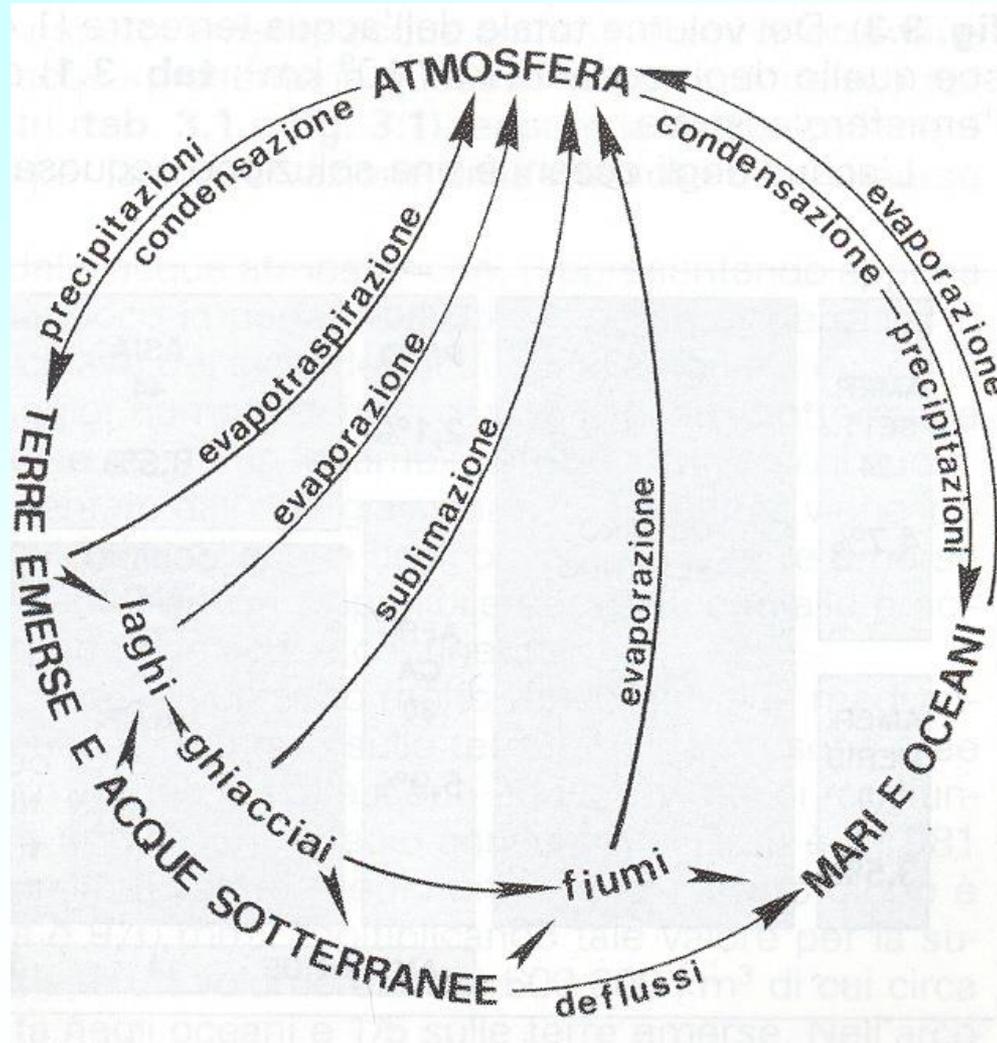
$\frac{3}{4}$  della superficie della Terra è ricoperta d'acqua

	volumi (Km <sup>3</sup> )	(%)
Oceani e mari	1.370.000.000	96,96
Ghiacciai	34.000.000	2,41
Acque sotterranee	8.400.000	0,58
Laghi e fiumi	510.000	0,04
Umidità del suolo	66.000	0,005
Atmosfera	13.000	0,001

La disponibilità di acqua dipende da un bilancio ad andamento ciclico. In esso si possono individuare 3 stadi fondamentali:



# LA REALTA' E' PIU' COMPLESSA



Il ciclo si complica ulteriormente se si considerano i processi di traspirazione:

ANIMALI e **VEGETALI** —————> ATMOSFERA  
(FORESTE EQUATORIALI)

Del volume totale d'acqua che ricopre la superficie terrestre  
Circa il 97% costituisce quello degli oceani, presenti  
soprattutto nell'emisfero australe

L'acqua degli oceani è una soluzione acquosa composta da molti sali

**Tab. 3.3** - Composizione media dell'acqua marina (g/kg d'acqua). La somma dei valori riportati è pari a circa 35 g/kg, espresso come 35 ‰ (**tab. 2.2**).

cloruro di sodio	<b>NaCl</b>	<b>27,2</b>
cloruro di magnesio	<b>MgCl<sub>2</sub></b>	<b>3,8</b>
solfoato di magnesio	<b>MgSO</b>	<b>1,7</b>
solfoato di calcio	<b>CaSO<sub>4</sub></b>	<b>1,3</b>
solfoato di potassio	<b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>0,9</b>
carbonato di calcio	<b>CaCO<sub>2</sub></b>	<b>0,1</b>
bromuro di magnesio	<b>MgBr<sub>2</sub></b>	<b>0,1</b>

<b>Salinità dell'acqua</b>			
<b>Acqua dolce</b>	<b>Acqua salmastra</b>	<b>Acqua salata</b>	<b>Salamoia</b>
<b>&lt; 0,05%</b>	<b>0,05-3%</b>	<b>3-5%</b>	<b>&gt; 5%</b>
<b>&lt; 450 ppm</b>	<b>500-30.000 ppm</b>	<b>30.000 - 50.000 ppm</b>	<b>&gt; 50.000 ppm</b>

Soltanto il 3% delle acque terrestri sono poco salate, di queste l'uomo può utilizzare non più dello 0,5% del totale, ovvero quelle rappresentate dalle acque superficiali continentali:  
**FIUMI e LAGHI.**

Il mantenimento di questi ambienti è strettamente collegato con la presenza d'acqua nell'atmosfera.

Il motore di questo ciclo è l'ENERGIA SOLARE.

MARE → ATMOSFERA → ACQUE CONTINENTALI

La quantità d'acqua che passa dall'atmosfera alla superficie terrestre, attraverso le precipitazioni varia.

Mediamente è pari a 1140 mm annui sugli oceani e 720 mm annui sulle terre emerse.

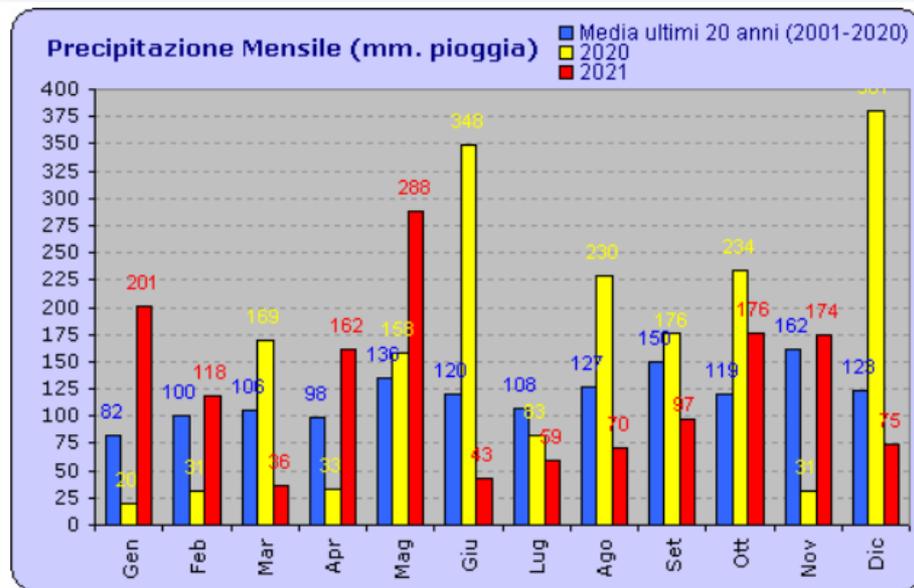
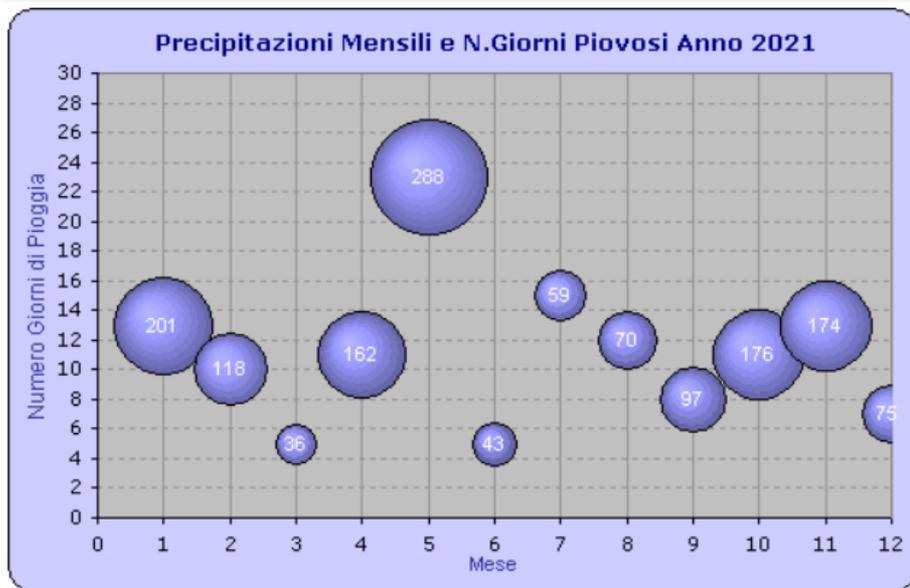
L'area con le più elevate precipitazioni annue è Mawsynram, nello stato indiano di Meghalaya, la cui media è pari a 11.873 mm  
Il valore medio annuo per l'Italia è 1081 mm

Zona geografica	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
NORD	-	981,4	731,9	884,4	1052,0	1280,8	727,4	837,0	709,4	-
CENTRO	-	905,3	603,3	758,7	919,7	864,5	698,6	683,5	576,3	-
SUD	-	886,8	685,0	731,4	787,1	684,0	825,5	662,0	461,3	-
ITALIA	849,9	917,7	680,5	792,2	923,9	964,8	734,3	725,0	568,6	-

Valori Meteo di Precipitazione tra 2009 e il 2018 -

<https://www.politicheagricole.it/>

2017 si collocata al 2° posto tra gli anni più secchi dal 1961

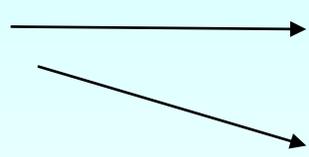


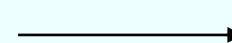
I numeri racchiusi nella bolla indicano i mm. di pioggia caduti nel mese di riferimento

[http://www.meteomin.it/Statistiche/Desc\\_Stat\\_Num\\_GG\\_Pioggia.asp](http://www.meteomin.it/Statistiche/Desc_Stat_Num_GG_Pioggia.asp)

# INFLUENZE DELL'ATTIVITA' UMANA SUL CICLO DELL'ACQUA

-costruzione di bacini artificiali

-irrigazione  -acqua nei fiumi  
+ umidità nel suolo + evapotraspirazione

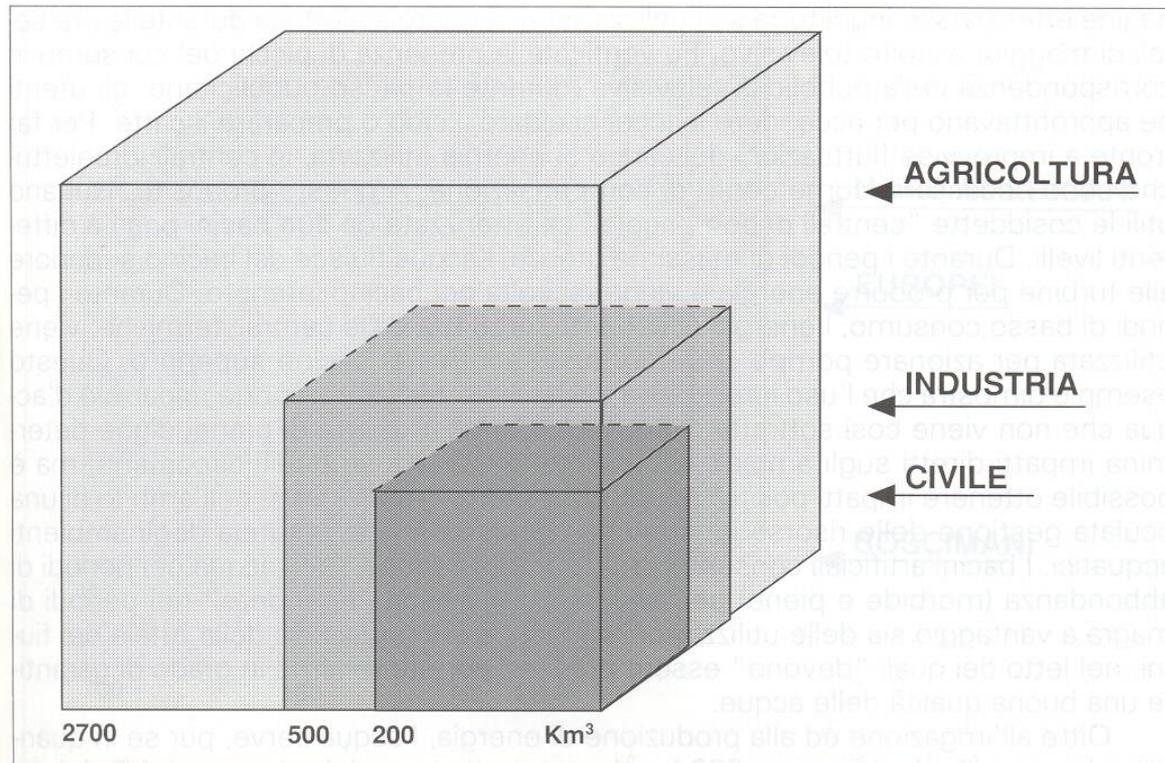
-deforestazione  - traspirazione

- prelievi da corpi idrici e dal sottosuolo

-modificazioni climatiche indotte dalle attività umane (effetto serra, piogge acide, inquinamenti termici)

Es: scioglimento dei ghiacci.....

-cementificazione del territorio

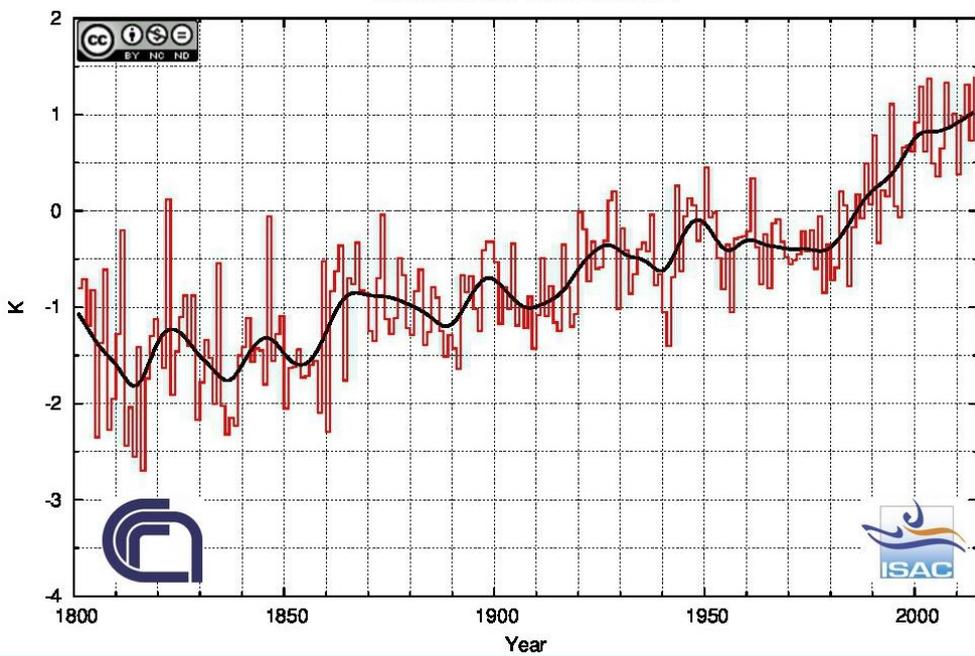


Agricoltura: in un anno vengono utilizzati 2.700 KM3 di acqua.  
 Soltanto 180 milioni di ettari su 1.400 vengono irrigati

1t. Barbabietole → 1000 t. H2O

1 t. Grano → 1.500 H2O

# ANNUAL MEAN TEMPERATURE



<http://www.centrometeo.com/articoli-reportage-approfondimenti/climatologia/5362-riscaldamento-ultimi-anni-italia>



**ANOMALIE  
DI TEMPERATURA  
MEDIA GLOBALE  
SULLA  
TERRAFERMA  
E IN ITALIA**

ANNI 1991-2018  
(DIFFERENZA  
IN GRADI CELSIUS  
RISPETTO AL  
VALORE DEL  
PERIODO 1961-1990)

Fonti: Ispra (SCIA e NOAA); Climate at a Glance: Global Time Series

[Doi.org/10.1481/IspraRapportoTerritorio2020.3.2.1](https://doi.org/10.1481/IspraRapportoTerritorio2020.3.2.1)



Industria: 500 Km<sup>3</sup>/anno per l'intero globo. L'utilizzo industriale influisce relativamente poco in termini di volumi, ma influisce sulla qualità dell'acqua che viene reintrodotta nell'ambiente

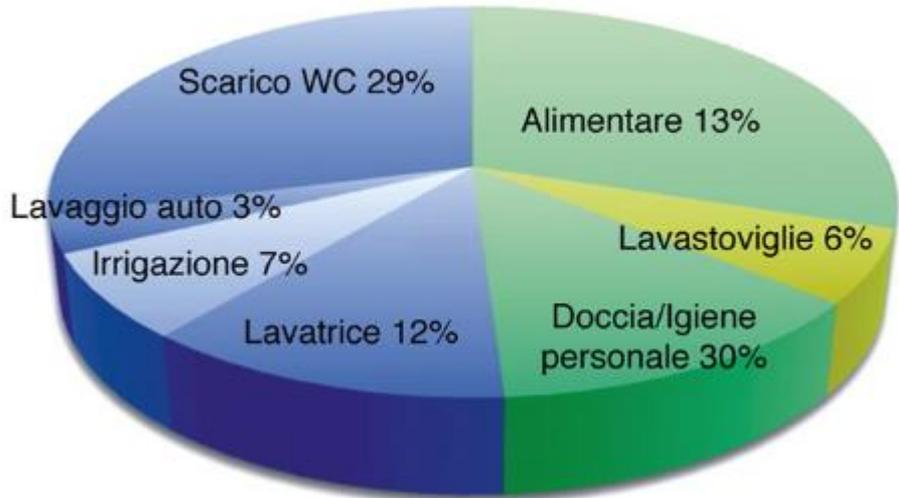
Le sostanze chimiche più diffusamente presenti negli scarichi industriali sono: ammoniaca, cloro, metalli pesanti, cianuri. Si tratta di composti che causano notevoli danni alla salute, in particolare al sistema nervoso, al sistema immunitario e al sangue.



Civile: 200 Km<sup>3</sup>/anno

Questa quantità varia enormemente nelle diverse aree geografiche, un europeo consuma mediamente 160 l. al giorno un americano 425 l. al giorno,

Consumo medio di acqua potabile in un'abitazione



40 litri la quantità minima di acqua al giorno per soddisfare i bisogni vitali, secondo l'Oms (Organizzazione Mondiale della Sanità).

+55% Aumento della domanda mondiale di acqua da qui al 2050  
Fonte: Ocse (Organizzazione per la sicurezza e cooperazione in Europa).



# **Problema delle risorse idriche aggravato dal cambiamento climatico**

Tra rischi di siccità e fiumi che esondano, c'è molta incertezza sulla disponibilità di acqua potabile in futuro. Ma finora quella che abbiamo è stata abbondantemente sprecata e non c'è chiarezza neppure sulla gestione

Oggi circa 2,2 miliardi di persone non hanno accesso all'acqua potabile, secondo le Nazioni unite.

Eppure la sfida di una gestione sostenibile dell'acqua non sembra essere in cima all'agenda globale, sebbene la disponibilità e la qualità della risorsa idrica stia cambiando rapidamente per effetto dei cambiamenti climatici.

Le mutazioni nei tempi e nel luogo delle precipitazioni, combinati con l'aumento dei livelli di inquinamento delle acque, metteranno a dura prova gli ecosistemi. In molte regioni del mondo precipitazioni stanno diventando più variabili e più incerte, portando a inondazioni e siccità più frequenti e più intense.

Anche in Italia, dove con un aumento della temperatura fino a 2°C nel periodo 2021-2050, si registrerà una diminuzione delle precipitazioni estive del Centro e del Sud e un incremento di eventi legati a precipitazioni intense al Nord.

In questo contesto, i principali fattori di vulnerabilità che deve affrontare l'Italia sono almeno quattro.

**1 - Cronica emergenza in tema di depurazione:** la violazione della direttiva europea sulle acque reflue urbane è, infatti, oggetto di ben quattro infrazioni attualmente a carico dell'Italia a partire dalla prima del 2017



**La direttiva 1991/271 sulle acque reflue urbane è infatti oggetto di 4 infrazioni attualmente in essere a carico dell'Italia, la prima aperta nel 2004 e l'ultima nel 2017.**

**2 - Stato delle nostre infrastrutture idriche, che sono sempre più obsolete, sicché il 47,6% dell'acqua potabile viene dispersa (il 42% solo nelle reti di distribuzione).**

Analizzando le differenze territoriali Nord-Sud si ottiene la fotografia di un Paese spaccato a metà: l'Istat rileva che il 96% circa della popolazione residente nelle Isole abita in province con perdite pari ad almeno il 45%, rispetto al 4% del Nord-Ovest.



**3 - Investimenti nel settore idrico:** siamo agli ultimi posti in Europa davanti solo a Malta e Romania.

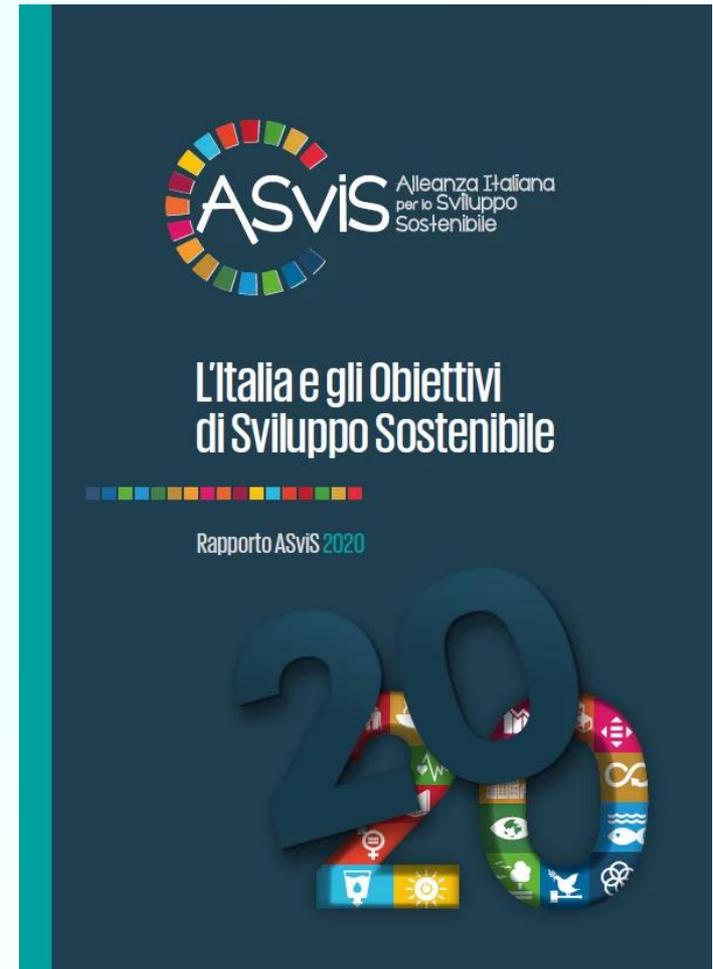
Secondo il Libro bianco 2021 di The European House Ambrosetti, investiamo 40 euro per abitante all'anno (rispetto a una media europea di 100 euro).

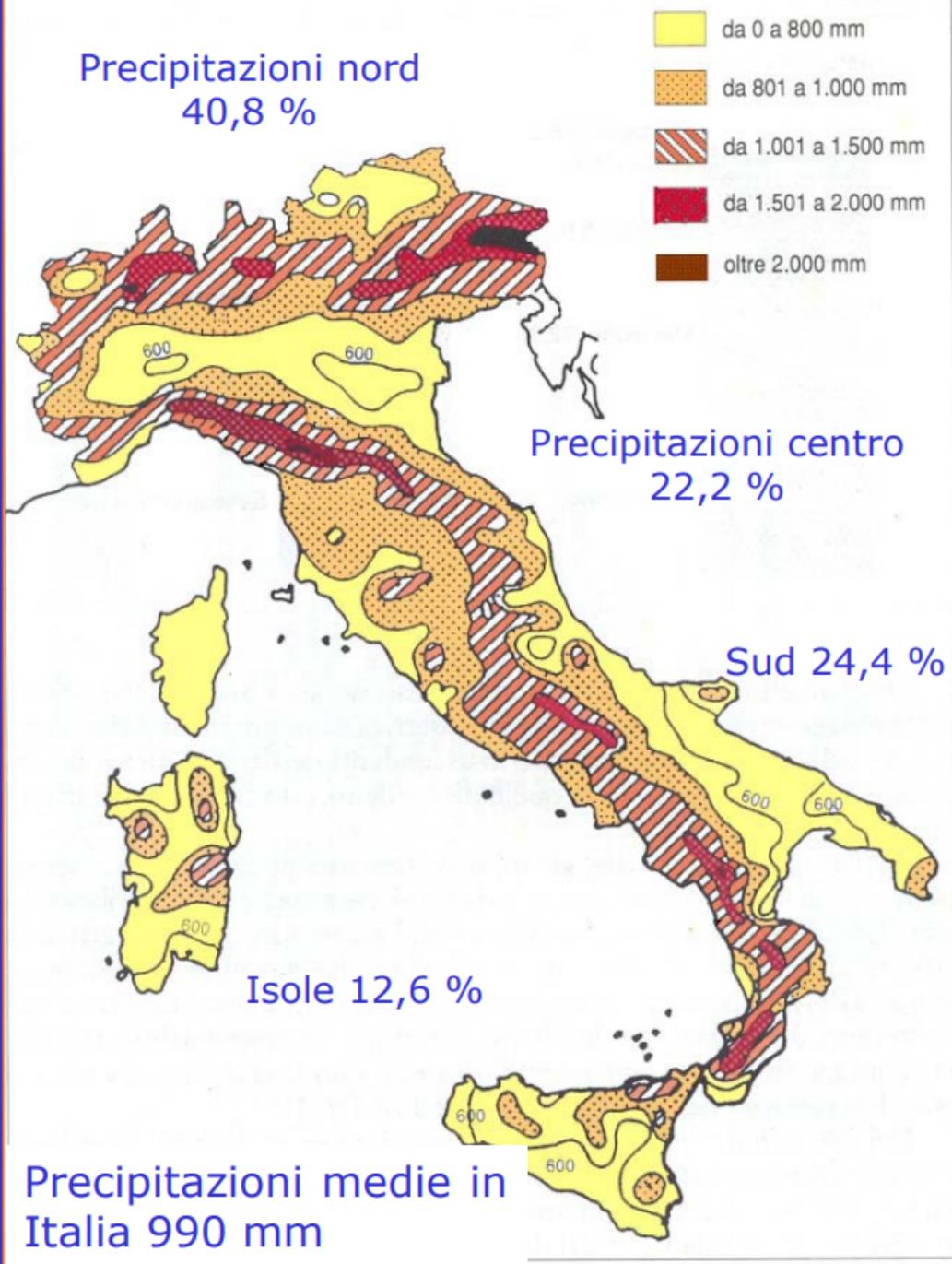
Rispetto agli investimenti, è utile ricordare che la maggior parte degli acquedotti sono stati realizzati con fondi pubblici dal secondo governo Giolitti (1903-1905).

Infine, vi è l'aggravante degli sprechi:

- siamo il secondo Paese dell'Unione europea per prelievi di acqua ad uso potabile, con 153 metri cubi annui (il doppio della media europea, quasi tre volte la Germania) ed un consumo pro capite giornaliero pari a 240 lt/gg
- siamo primi al mondo per consumo di acqua minerale in bottiglia, in prevalenza plastica, 200 litri pro capite all'anno.

Non sono dati confortanti, come conferma anche l'ultimo rapporto ASviS - la pubblicazione principale dell'Alleanza per il raggiungimento degli Obiettivi di sviluppo sostenibile in Italia -: dal 2010 al 2018, l'Italia ha mostrato, in relazione al Goal 6 (Acqua pulita e servizi igienico sanitari) dell'Agenda 2030, un andamento complessivamente negativo, dovuto sia al peggioramento dell'indice di sfruttamento idrico (che rapporta i prelievi idrici per tutti gli usi rispetto alle risorse idriche disponibili) sia alla diminuzione dell'efficienza delle reti idriche che al permanere di una bassa fiducia dei cittadini rispetto alla sicurezza dell'acqua di rete.





La formazione e la sopravvivenza degli ambienti acquatici dipende dalla **disponibilità** di acqua.

Tale disponibilità dipende dall'entità di volumi che giungono al suolo attraverso le precipitazioni.

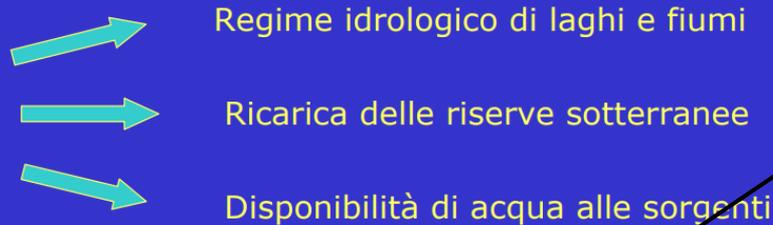
Gli apporti meteorici dipendono da:

- Altitudine
  - Latitudine
  - Posizione geografica
- (da Supino, 1964, in Ghetti, 1993, modificato).



## Regime idrologico

Andamento delle precipitazioni



Acqua

Infiltrazione nei suoli



Scorrimento superficiale

Tirante idraulico

Portata

Portata

=

Volume x unità di tempo

=

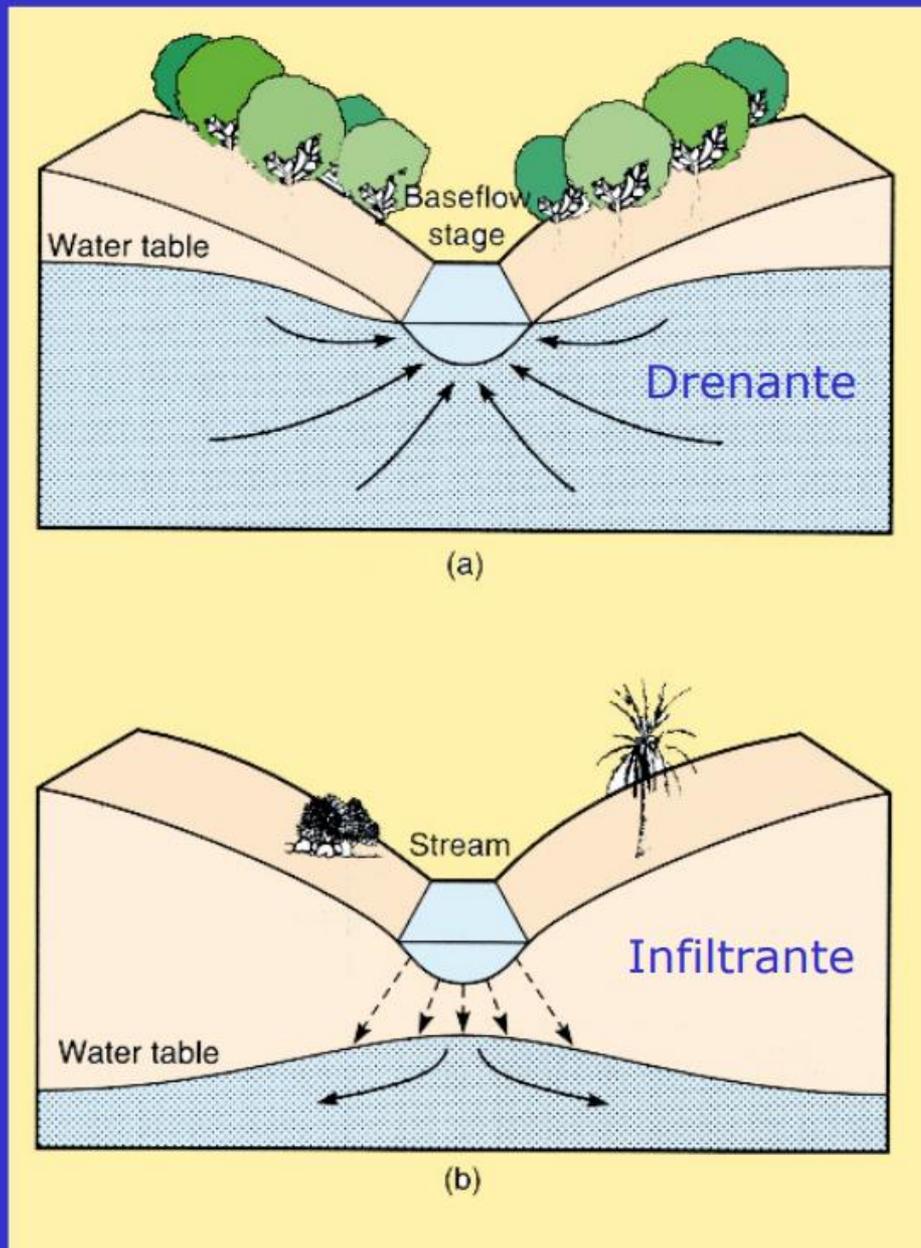
m<sup>3</sup>/sec

$$A = H \times C$$



$$V \text{ (portata)} = A \times \text{Velox} \times \text{unità di tempo}$$

# Il rapporto con la falda acquifera

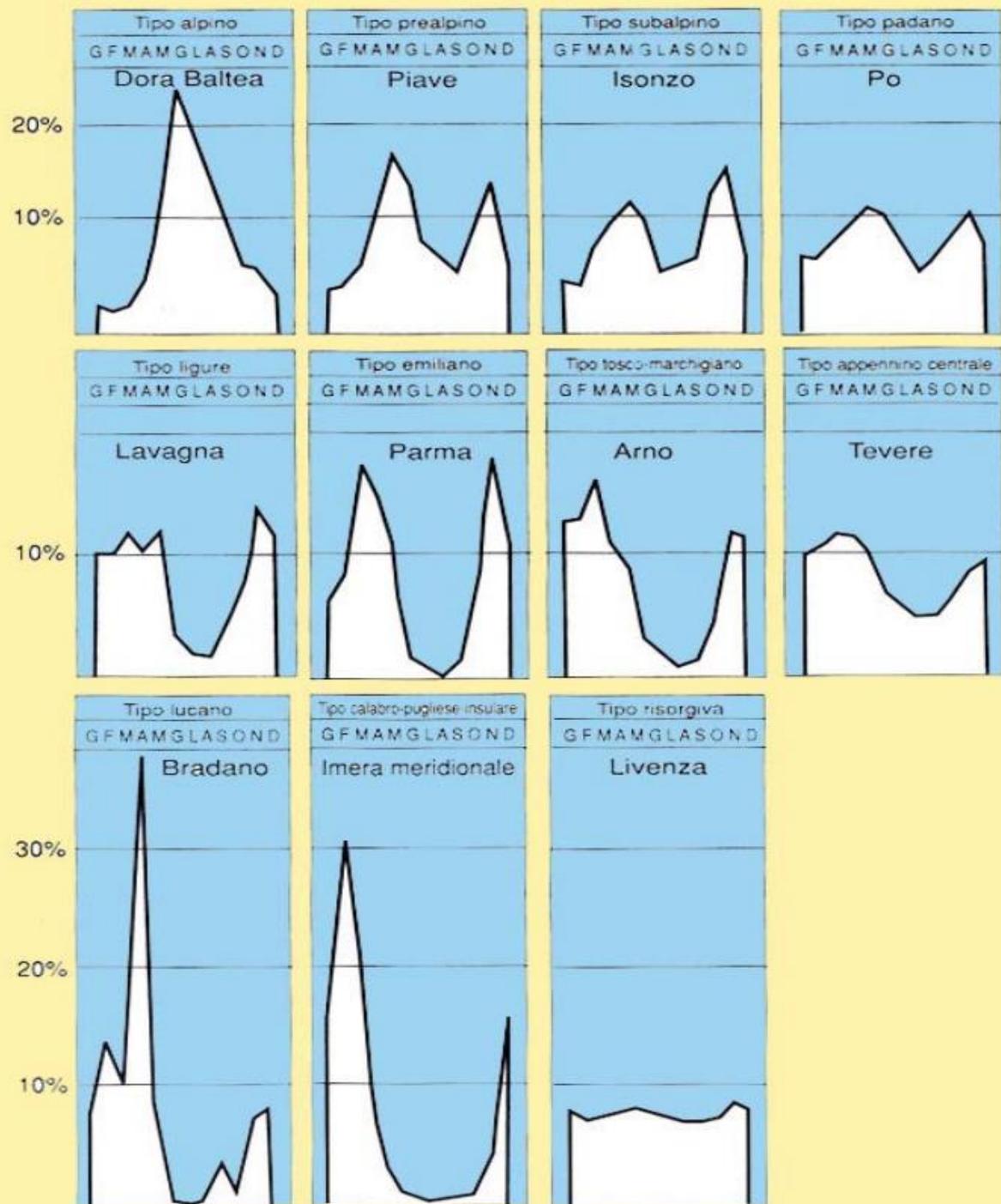


Sezioni di corsi d'acqua:

-drenanti (a), tipici di regioni umide, dove la falda ricarica le acque in alveo, e li rende perenni;

- infiltranti (b), tipici di regioni aride o comunque di situazioni in cui l'abbassamento delle falde, spesso dovuto a consumi esasperati, comporta la perdita per infiltrazione e spesso il prosciugamento degli alvei.

(da Allan, 1995, modificato)



La vita idrologica di un fiume è caratterizzata dalle **variazioni** di portata che si avvicendano durante le stagioni dell'anno

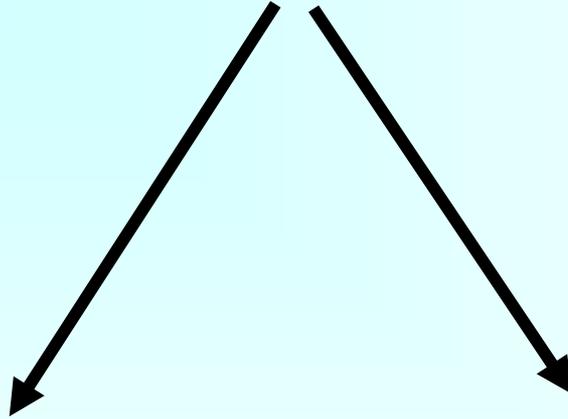
**Il regime idrologico** dei fiumi italiani presenta una notevole variabilità correlabile con le precipitazioni

E' evidente che questa descrizione relativa alle variazioni annuali di portata dei corsi d'acqua nelle diverse aree geografiche italiane è destinata a cambiare rapidamente a causa dei cambiamenti climatici

E' quindi necessario parlare di RESILIENZA ovvero della capacità di un organismo, ecosistema .....di rispondere positivamente ad un impatto

Di resilienza parla anche il Pnrr, piano nazionale di ripresa e resilienza, che è il documento che il governo italiano ha predisposto per illustrare alla commissione europea come il nostro paese intende investire i fondi che arriveranno nell'ambito del programma Next generation Eu

MA RESILIENZA  $\neq$  RESISTENZA



Capacità di trasformazione

Adattabilità

imparare a cambiare per non subire  
il cambiamento

I fiumi proprio in relazione alle naturali modificazioni alle quali sono soggetti hanno una RESILIENZA ELEVATA.

Tuttavia i cambiamenti, le trasformazioni condotte in questi ambienti dall'uomo hanno notevolmente abbassato la loro RESILIENZA

1 – Aumento di eventi di piena legati a piogge intense localizzate in un breve intervallo di tempo

2 – Aumento di eventi di magra estrema legato all'aumento delle temperature e all'assenza di piogge per lungo tempo con conseguenze sugli organismi ma anche sulla qualità delle acque

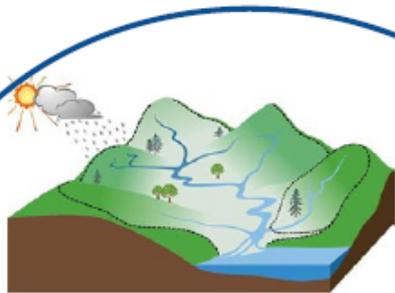
3 – Innalzamento delle temperature dell'acqua che potrebbe sfavorire la presenza di specie autoctone, costrette là ove possibile a spostarsi verso monte, e favorire invece la diffusione di alcune specie esotiche

# E' NECESSARIO UN NUOVO APPROCCIO

Migliorare la resilienza nella Gestione dei sistemi d'acqua dolce richiede una migliore considerazione delle funzioni, dei servizi e delle esigenze dell'ecosistema. L'integrazione dei principi di resilienza ecologica nel processo decisionale sull'acqua può offrire ampi benefici sia alle persone che all'ambiente.

**Nella Gestione delle acque è quindi necessario esplorare approcci alternativi potenzialmente più compatibili con le esigenze degli ecosistemi di acqua dolce.**

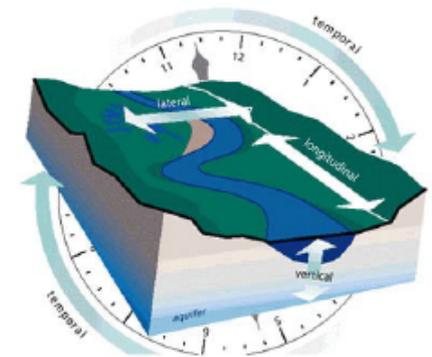
La resilienza ecologica può essere analizzata sul mantenimento di 4 dimensioni che interagiscono fra di loro (*Grantham et al, 2019*):



1 - Gestione a scala di bacino,



4 - eterogeneità spaziale



2 - connettività idrologica,  
3 - variabilità temporale.

Bruna Gumiero

Università di Bologna

bruna.gumiero@unibo.it

La RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE può rappresentare un'importante misura per favorire l'adattamento.

La RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE è una modifica sostanziale nel rapporto uomo e natura che ha come obiettivo non soltanto la conservazione della natura ma anche la messa in sicurezza ovvero il minor rischio

La Riqualficazione passa per il ripristino della **connettività** laterale e longitudinale





<http://www.fabricasrl.it/regimazione.htm>

Connettività trasversale – mantenimento della naturale capacità di esondare e spostare le aree urbane dall’ambiente di pertinenza fluviale, dalla piana inondabile



<https://geograficamente.wordpress.com/2010/11/20/veneto-allagato-e-unita-d%E2%80%99italia-in-crisi-%E2%80%93-regimazione-dei-fiumi-e-federalismo-sistemare-il-territorio-con-una-nuova-responsabilita-locale-vale-come-proposta-per-tenere-assieme-l/>

# Connettività longitudinale – concetto legato al continuum fluviale



<https://pericoli-naturali.provincia.bz.it/it/briglie-di-consolidamento-catasto-baukat30>

Strategia dell'Ue di adattamento ai cambiamenti climatici (Com 2021 82 final) e la Strategia europea per la biodiversità per il 2030 (Com 2020 380 final), chiede agli Stati membri di ripristinare la connettività in almeno 25.000 km di fiumi europei.

A supporto di questo obiettivo generale di ripristino di free-flowing rivers e in vista di possibili obiettivi nazionali vincolanti nell'ambito di una nuova norma europea in corso di discussione, sono state recentemente pubblicate dalla Commissione europea anche delle linee guida sulla rimozione di barriere lungo i corsi d'acqua (EC, 2021).

## Altre strategie: ripristino della vegetazione fluviale

**PRIMA**



**E DOPO**



Prosegue senza sosta l'attività di manutenzione ordinaria del Consorzio di Bonifica per la messa in sicurezza e la pulizia dei corsi d'acqua marchigiani.

# Bibliografia

Bray E.N., Dunne T., 2017, “Subsurface flow in lowland river gravel bars”, *Water Resour. Res.*, 53, 7773– 7797, doi:10.1002/2016WR019514.

Commissione europea, 2020, COM(2020) 380 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni, Strategia dell’Ue sulla biodiversità per il 2030. Riportare la natura nella nostra vita, [https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030\\_it](https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_it)

Commissione europea, 2021, COM(2021) 82 final, Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni, Plasmare un’Europa resiliente ai cambiamenti climatici – La nuova strategia dell’Ue di adattamento ai cambiamenti climatici, Bruxelles, 24/2/2021.

Commissione europea, 2021, DG Environment, Directorate C - Zero Pollution, Unit C.1, Sustainable Freshwater Management, Biodiversity Strategy 2030. Barrier removal for river restoration, a cura di Valentina Bastino (DG Environment), Jeanne Boughaba (DG Environment), Wouter van de Bund (Joint Research Centre), [https://ec.europa.eu/environment/publications/guidance-barrier-removal-river-restoration\\_en](https://ec.europa.eu/environment/publications/guidance-barrier-removal-river-restoration_en)

Montanari A., Papalexiou S.M., 2016, “Is climate change modifying precipitation extremes?”, in Geophysical Research Abstracts EGU General Assembly, 2016–3448.

Pletterbauer F., Melcher A., Graf W., 2018, “Climate change impacts in riverine ecosystems”, in Schmutz S., Sendzimir J. (eds), Riverine ecosystem management. Aquatic ecology series, vol 8., Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_11)

Rossetto R. (coordinatore), 2020, Report sull’impatto delle azioni messe in atto nel progetto Life Rewat sullo stato quantitativo delle acque sotterranee nella pianura costiera del fiume Cornia. Primo anno di monitoraggio (2018-2019), Deliverable azione C1 progetto Life Rewat, Scuola Superiore Sant’Anna di Pisa, [www.liferewat.eu/c1.html](http://www.liferewat.eu/c1.html)

Sormani D., Pardolesi F. (a cura di), 2018, La riqualificazione fluviale in Romagna, Regione Emilia-Romagna.

Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A., Adinolfi M., Barbato G., Bosello F., Breil M., Chiriaco M. V., Coppini G., Essenfelder A., Galluccio G., Lovato T., Marzi S., Masina S., Mercogliano P., Mysiak J., Noce S., Pal J., Reder A., Rianna G., Rizzo A., Santini M., Sini E., Staccione A., Villani V., Zavatarelli M., 2020, Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia. DOI: 10.25424/CMCC/ANALISI\_DEL\_RISCHIO

Trimmel H., Weihs P., Leidinger D., Formayer H., Kalny G., Melcher A., 2018, “Can riparian vegetation shade mitigate the expected rise in stream temperatures due to climate change during heat waves in a human-impacted pre-alpine river?”, Hydrol. Earth Syst. Sci., 22, 437–461, <https://doi.org/10.5194/hess-22-437-2018>.

Le acque continentali vengono distinte principalmente in:

**ACQUE LOTICHE:** acque con elevato idrodinamismo (fiumi, torrenti ruscelli)

**ACQUE LENTICHE:** acque con idrodinamismo, rispetto alle precedenti, più modesto (laghi, paludi e stagni)

## **GENERALITA' SULLE ACQUE LOTICHE**

Un reticolo idrografico si forma grazie alle precipitazioni. Più in particolare l'acqua l'azione di erosione nei confronti del terreno viene a descrivere sullo stesso dei percorsi preferenziali

- 
- CAMBIAMENTO CLIMATICO E RESILIENZA
  - Scala di Bacino: analisi, impatti e soluzioni;
  - Il fiume e il suo corridoio
  - Le 4 dimensioni/conessioni del fiume
  - Strategie



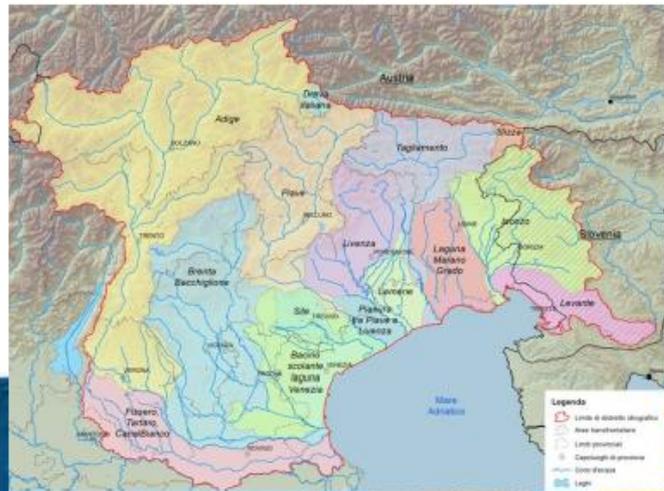
Bruna Gumiero

Università di Bologna

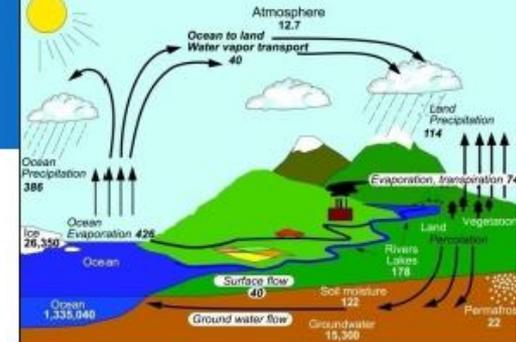
[bruna.gumiero@unibo.it](mailto:bruna.gumiero@unibo.it)

**RIQUALEC-22 Regione Friuli Venezia Giulia 17 e 24 Novembre 2022**

# Gestione a scala di bacino

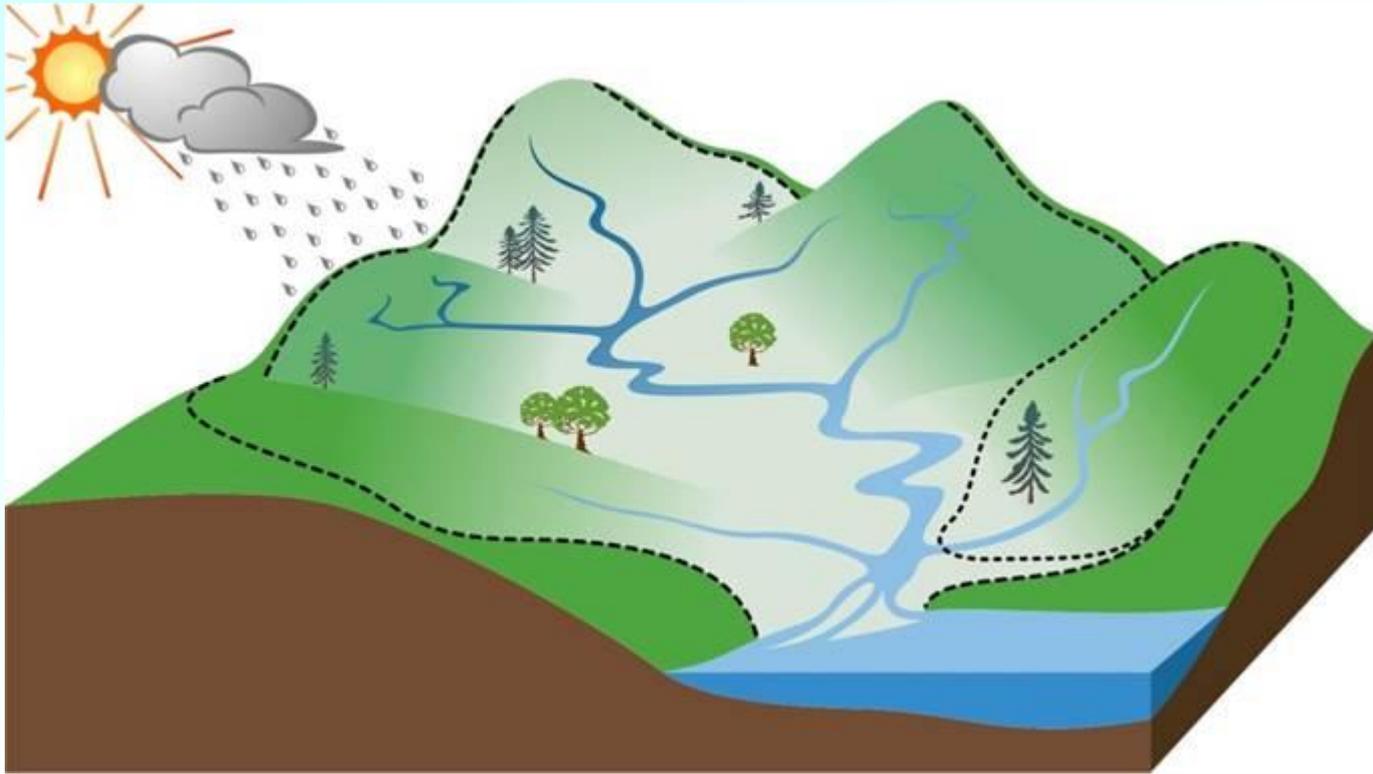


 Bruna Gumiero  
Università di Bologna  
bruna.gumiero@unibo.it

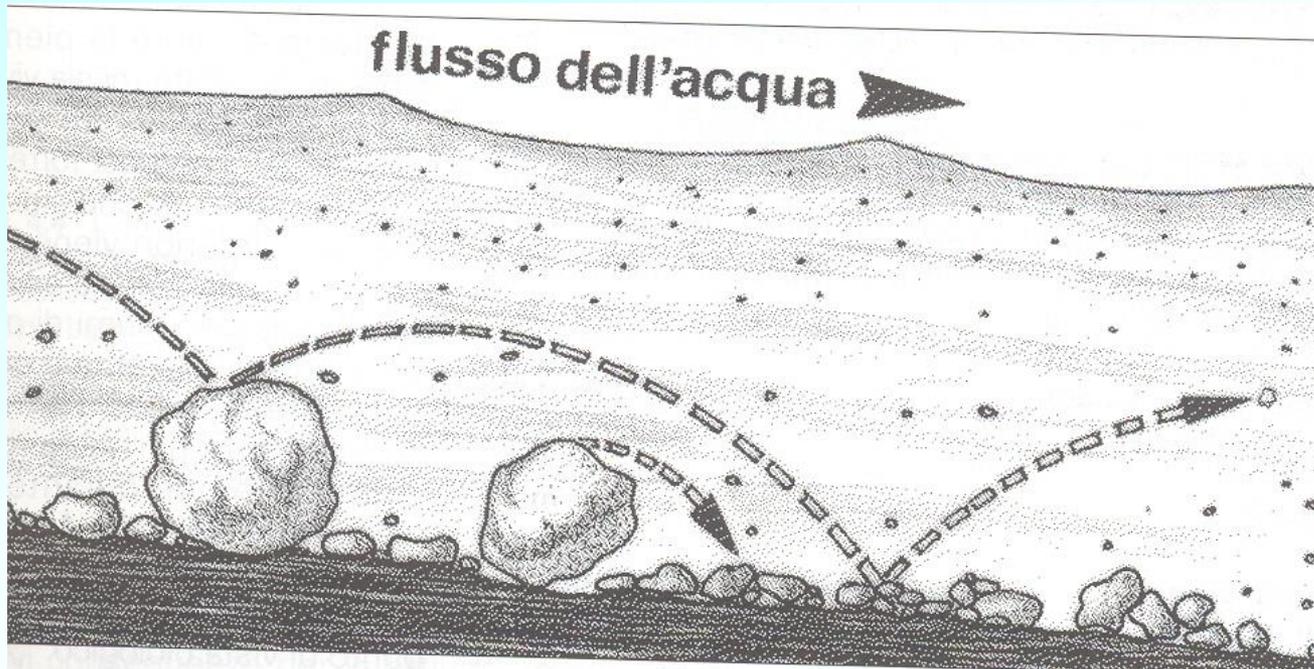


La scala di bacino idrografico sottolinea l'importanza di **gestire le pressioni** sugli ecosistemi di acqua dolce che **possono essere distanti** dal corso d'acqua ricevente, compresi gli effetti delle attività di gestione del suolo o dell'acqua che si propagano o amplificano a valle, ed è necessaria per affrontare gli **impatti cumulativi** come i picchi di piena, la siccità, l'inquinamento diffuso etc.





Questi percorsi preferenziali che contribuiranno a definire il reticolo idrografico sono determinati dalla presenza di **carico solido** nelle acque.



La complessa rete di canali che confluiscono tra loro fino a costituire un unico corso d'acqua, forma un **RETICOLO IDROGRAFICO**.

L'area drenata dal reticolo, le cui incisioni vanno con il passare del tempo approfondendosi, viene detta **BACINO IMBRIFERO**.

Il processo di **EROSIONE** dipende dalla **PENDENZA** del corso d'acqua che a sua volta influenza la **VELOCITA'**

**Tab. 4.1** - Correlazione tra velocità della corrente e granulometria dei materiali del fondo dei corsi d'acqua. Le categorie sono classificate in funzione delle dimensioni dei granuli:

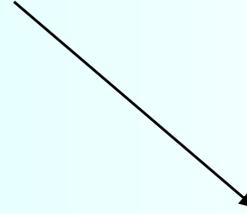
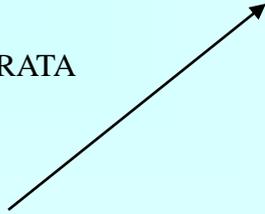
<b>limo (argilla, fango)</b>	diametro grani	< 0,004 mm
<b>silt (sabbia fine)</b>	diametro grani	0,004 ÷ 0,06 mm
<b>sabbia</b>	diametro grani	0,06 ÷ 2 mm
<b>ghiaia</b>	diametro ciottoli	> 2 mm

definizione di velocità	velocità (cm/sec)	natura dei fondali
molto lenta	0 ÷ 10	fango
lenta	11 ÷ 20	sabbia fine
abbastanza lenta	21 ÷ 30	sabbia
moderata	31 ÷ 55	ghiaia
abbastanza rapida	56 ÷ 80	ciottoli
rapida	81 ÷ 100	ciottoli grossi
molto rapida	oltre 100	roccia e massi



# BACINO IMBRIFERO= SISTEMA NATURALE

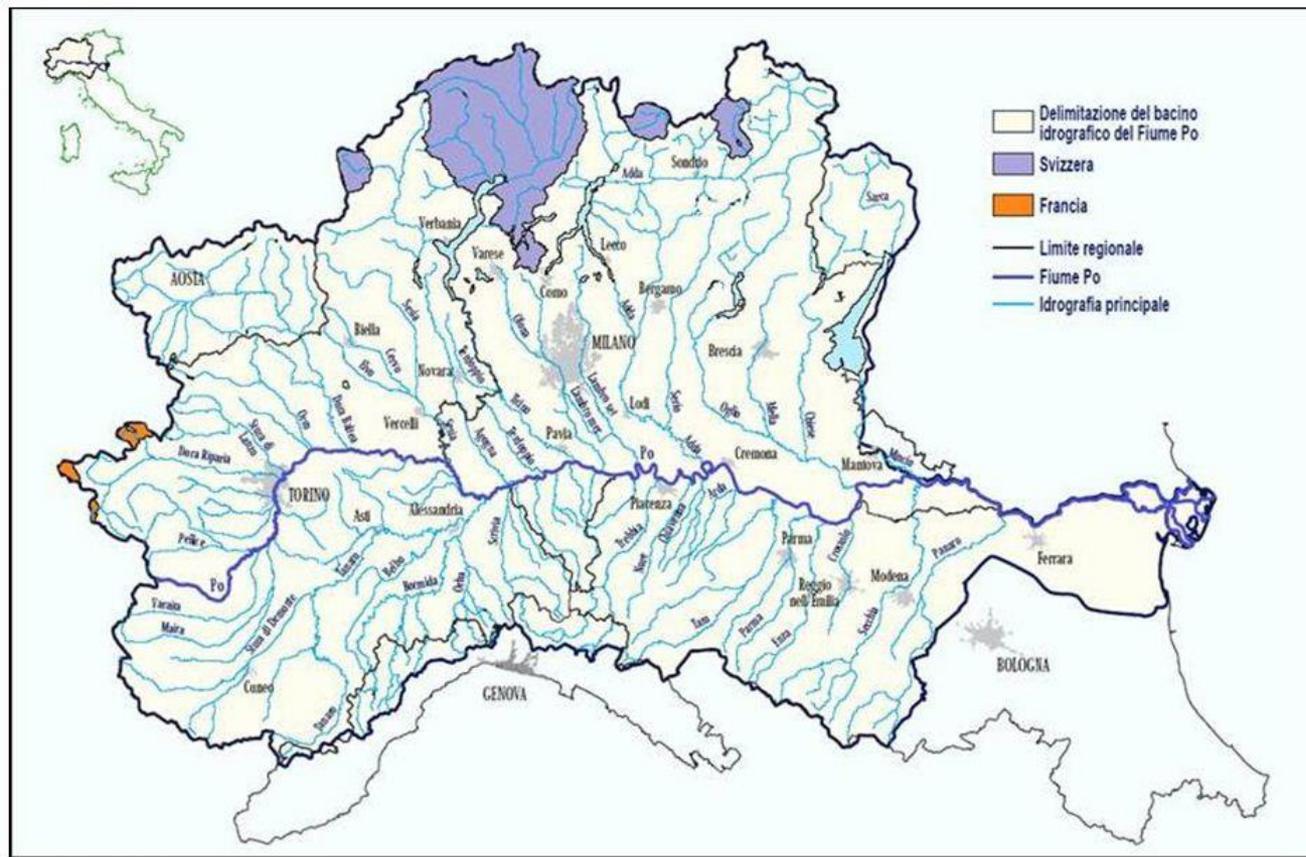
ACQUA IN ENTRATA



PIOGGIA  
GRANDINE  
NEVE

EVAPORAZIONE DAL TERRENO  
TRASPIRAZIONE DELLE PIANTE  
DEFLUSSI DEL FIUME PRINCIPALE

LE CARATTERISTICHE DI UN FIUME DIPENDONO  
DALLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEL  
BACINO, DALLA NATURA DEL SUBSTRATO, DAL  
GRADO DI ANTROPIZZAZIONE



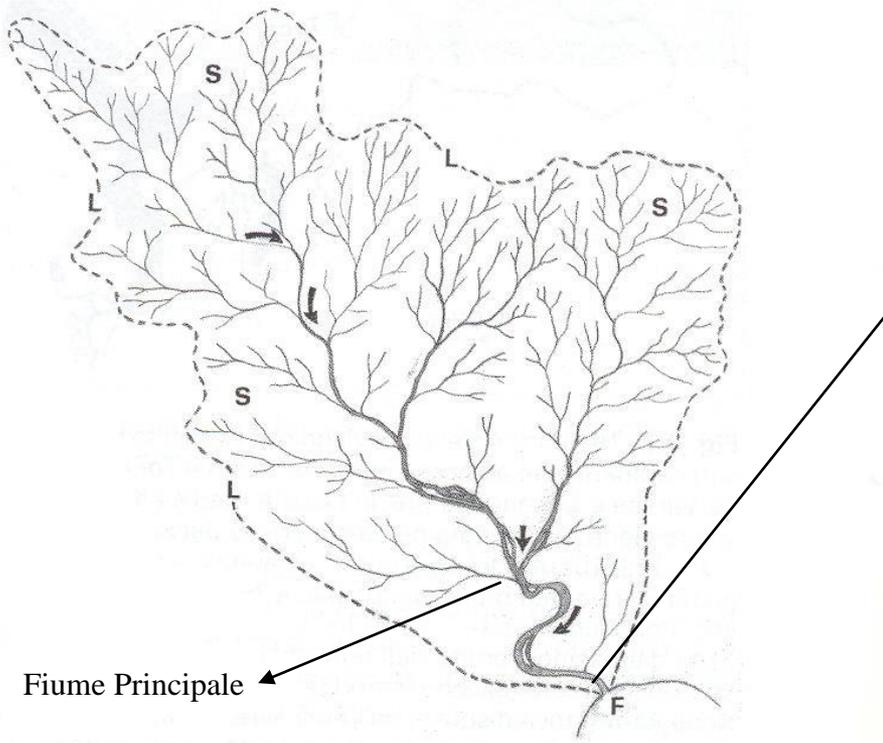
*Il bacino idrografico del fiume Po*

Superficie bacino = 75.000 Km<sup>2</sup>

Regioni incluse: Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, parte Emilia

Popolazione che vive nel bacino  $\approx$  15 milioni

Scarico in Adriatico: 25.000 t. fosforo/anno

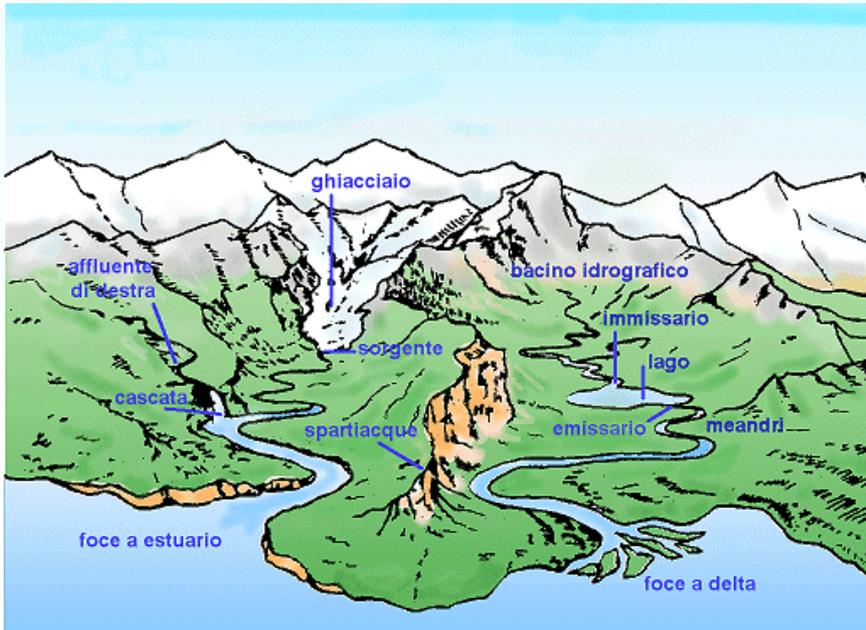


Sezione di chiusura del bacino

Rappresenta la fine del fiume e il suo sbocco al mare può essere rappresentato da:

Un estuario, quanto la forza del mare è tale da spazzare i detriti trasportati dal fiume e risalire addirittura il fiume portando alla formazione di un imbuto

Un delta quando la forza del mare o di un lago è debole ed i detriti portano alla formazione di canali



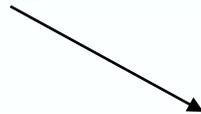
# VITA DI UN BACINO IMBRIFERO

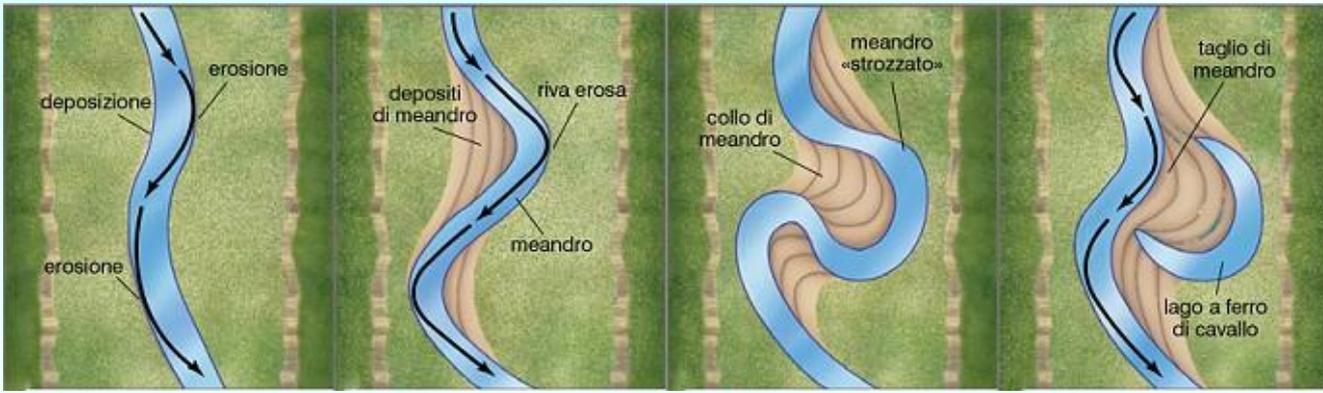
EROSIONE



TRASPORTO

SEDIMENTAZIONE





Stadio di giovinezza →

Il fiume principale è lungo tutta la sua lunghezza impetuoso, ripido, con forre, cascate e rapide. Presso la foce si ha sedimentazione

Stadio di maturità →

Le aree di erosione si “addolciscono”. Vi sono tre zone: tronco alto, tronco intermedio, tronco inferiore di pianura

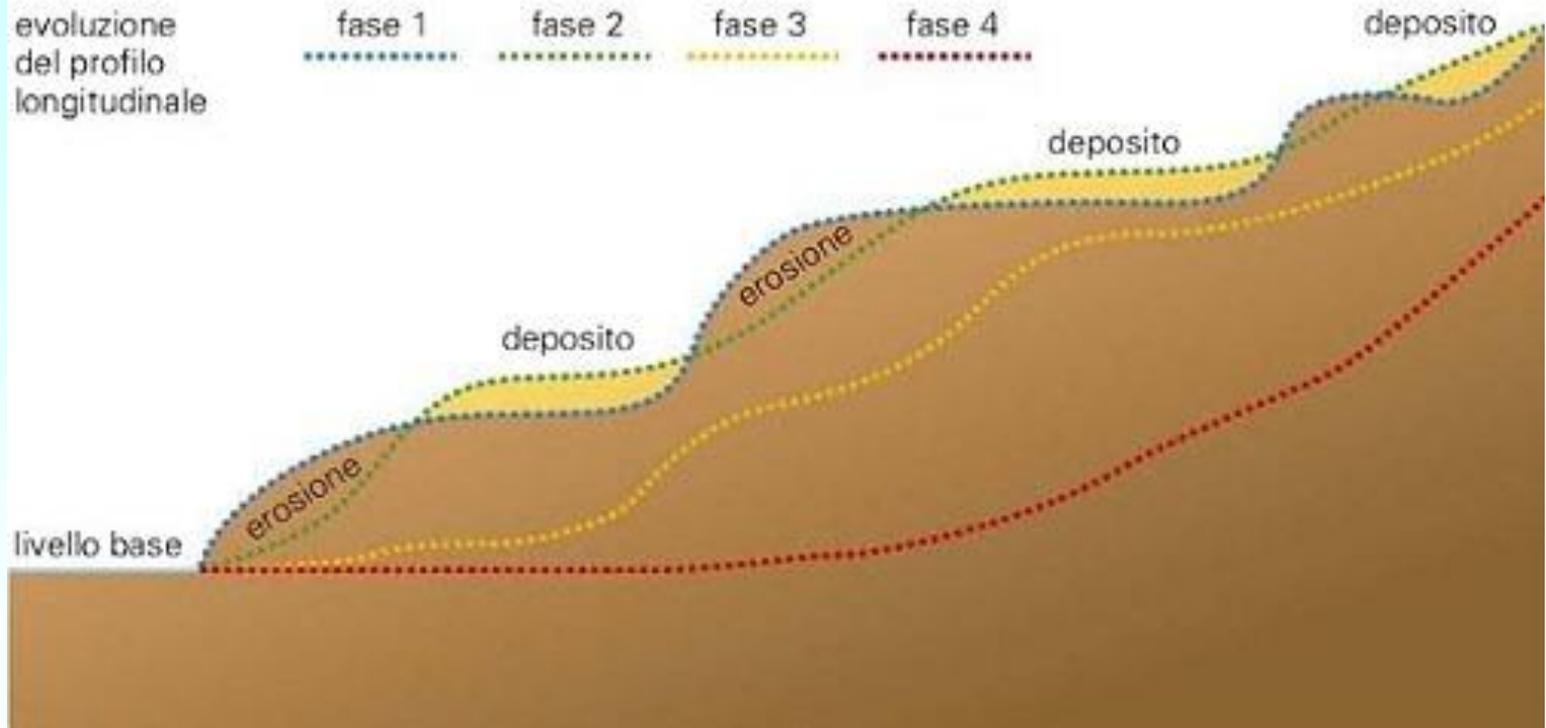
Stadio di vecchiaia →

Minore pendenza, minore velocità.

Nello stadio finale di ha la formazione di una superficie lievemente ondulata detta **PENEPIANO**

evoluzione  
del profilo  
longitudinale

fase 1      fase 2      fase 3      fase 4



erosione

deposito

erosione

deposito

deposito

livello base

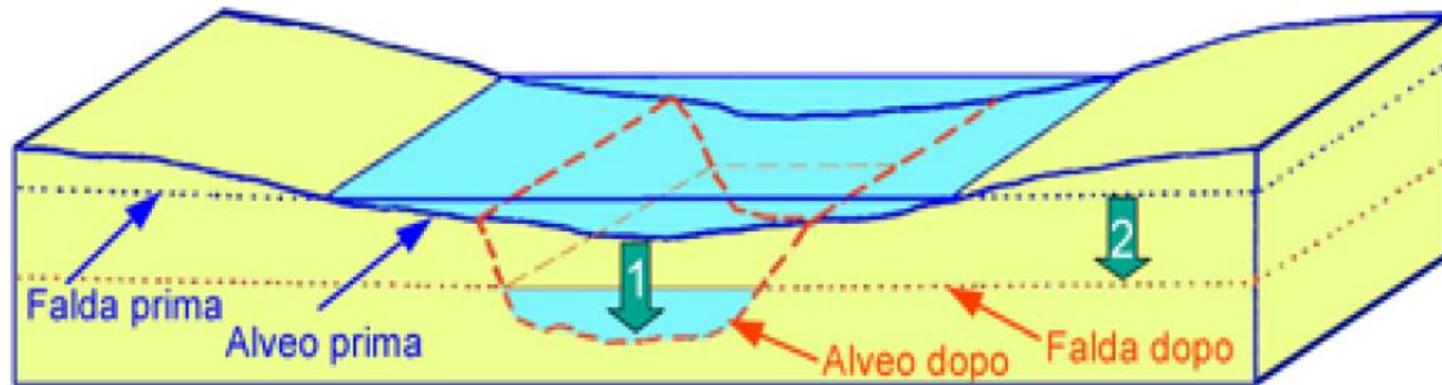
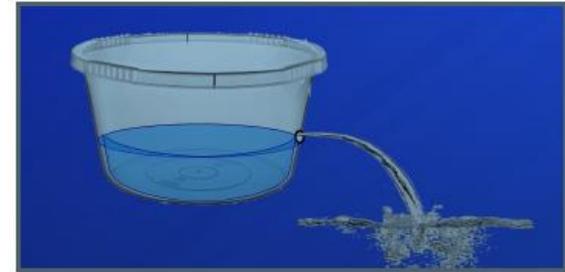
# PRINCIPALI IMPATTI A SCALA DI BACINO

1. Piogge intensità (> della capacità di infiltrazione del suolo) e durata (saturazione del suolo) **maggiore con cambiamento climatico.**
2. Orografia e litologia del bacino (elevate pendenze e impermeabilità del suolo).
3. **Copertura vegetale.**
4. **Impermeabilizzazione artificiale e compattazione del suolo**

**Principale causa di rischio idrogeologico**

# ABBASSAMENTO DELLE FALDE

- **Impermeabilizzazione suolo**
- Incisione dei fiumi
- Incremento emungimenti da falda
- Modifica delle tecniche di irrigazione
- **Modifica del regime pluviometrico (cambiamenti climatici)**



Bruna Gumiero

Università di Bologna

bruna.gumiero@unibo.it



# Conseguenze dell'abbassamento falda

## Effetti principali

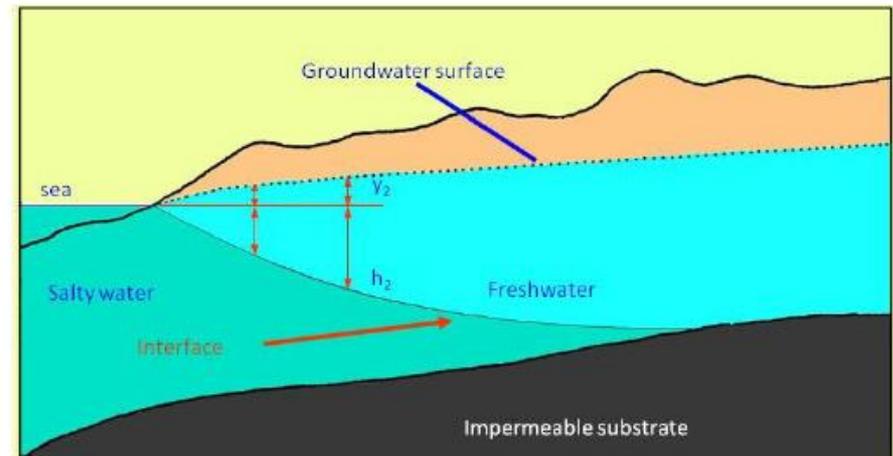
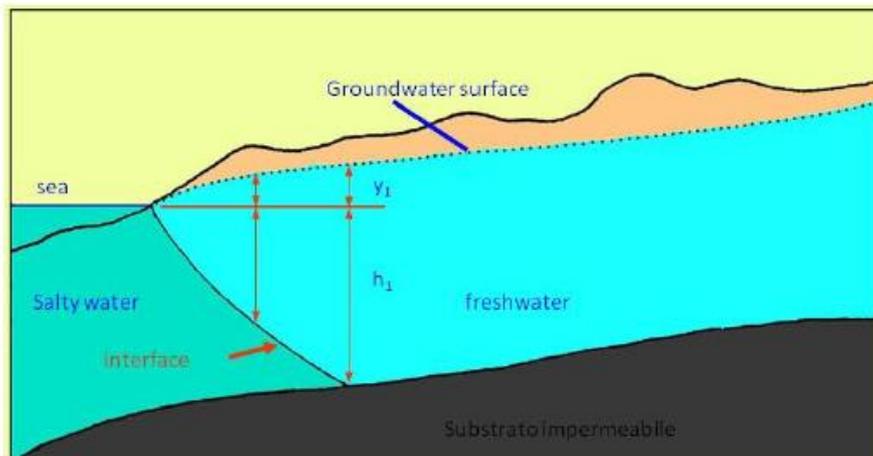
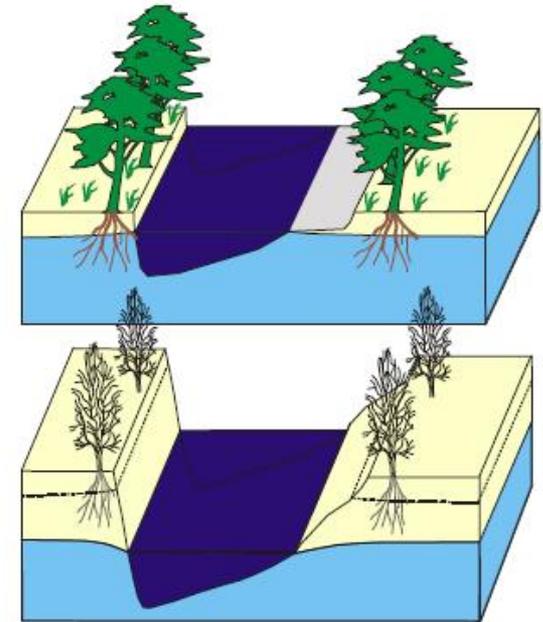
- Meno disponibilità di acqua dolce!!
- Modifica della vegetazione igrofila ripariale
- Intrusione salina!



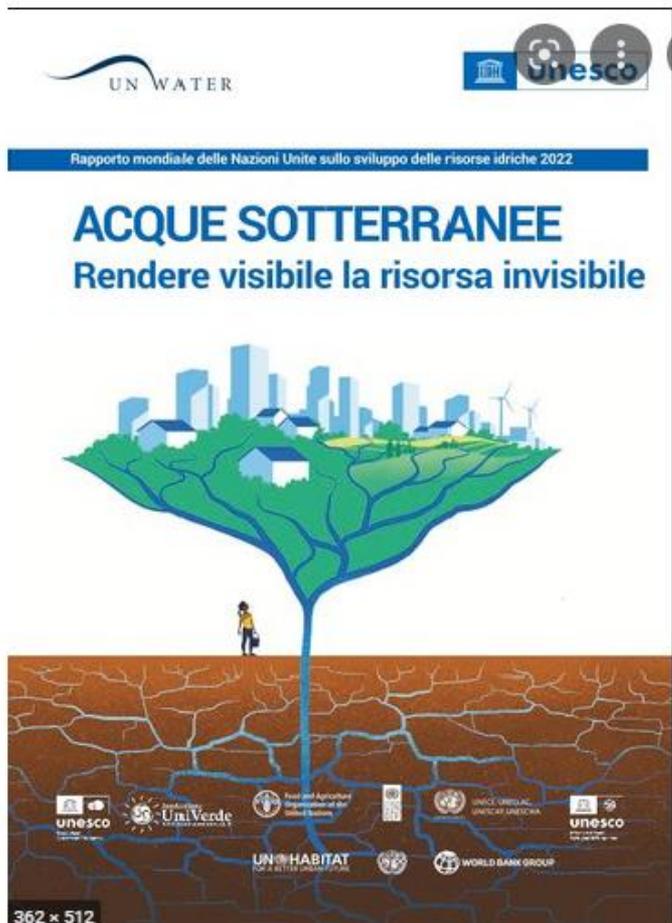
Bruna Gumiero

Università di Bologna

bruna.gumiero@unibo.it



# L'ONU: preservare le acque sotterranee vuol dire garantirci un futuro



solo tra il 10% e il 20% delle acque sotterranee, è, in effetti, rinnovabile, e cioè, ricaricabile tramite le precipitazioni.



Bruna Gumiero

Università di Bologna

[bruna.gumiero@unibo.it](mailto:bruna.gumiero@unibo.it)

L'ONU riconosce il loro ruolo nel fenomeno dei cambiamenti climatici e per quanto riguarda tutta la parte economico-finanziaria sugli investimenti necessari per raggiungere gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Onu per il 2030

# CONFLITTO TRA AMBIENTE ANTROPICO E I FIUMI

- L'uomo ha occupato gli spazi propri dei corsi d'acqua per lo svolgimento delle proprie attività (agricoltura, città ...)
- Come conseguenza sono stati ristretti gli spazi propri del fiume
- L'esigenza di "DIFENDERSI DAI CORSI D'ACQUA" è causata dall'occupazione dei loro spazi.



Bruna Gumiero

Università di Bologna

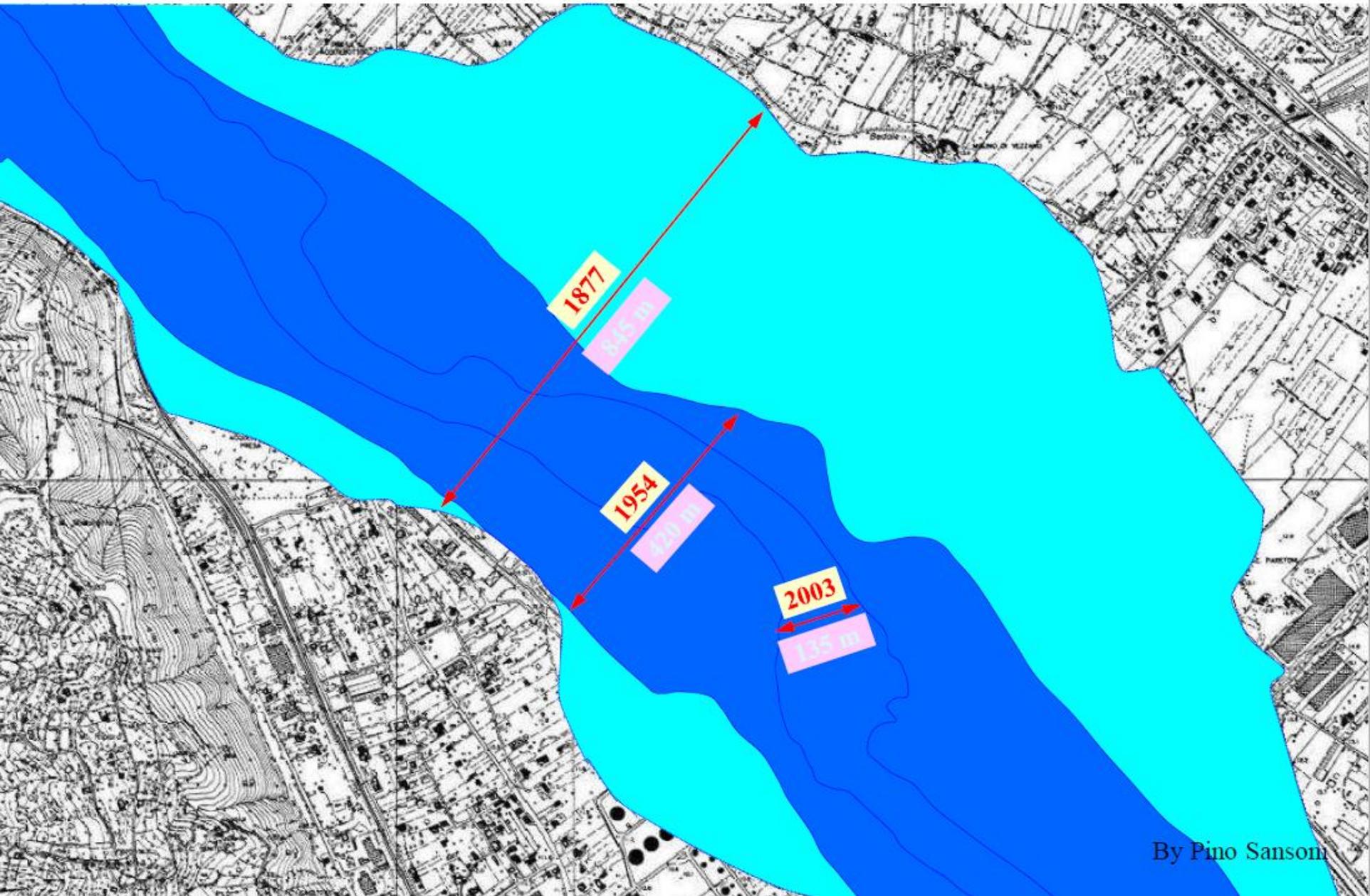
[bruna.gumiero@unibo.it](mailto:bruna.gumiero@unibo.it)



*Fiumara Giampileri, Messina, 2009*

# Restringimento es. Fiume Magra: Ponzano, Arcola

AdB Magra, studio M. Rinaldi, Univ. Firenze, 2005

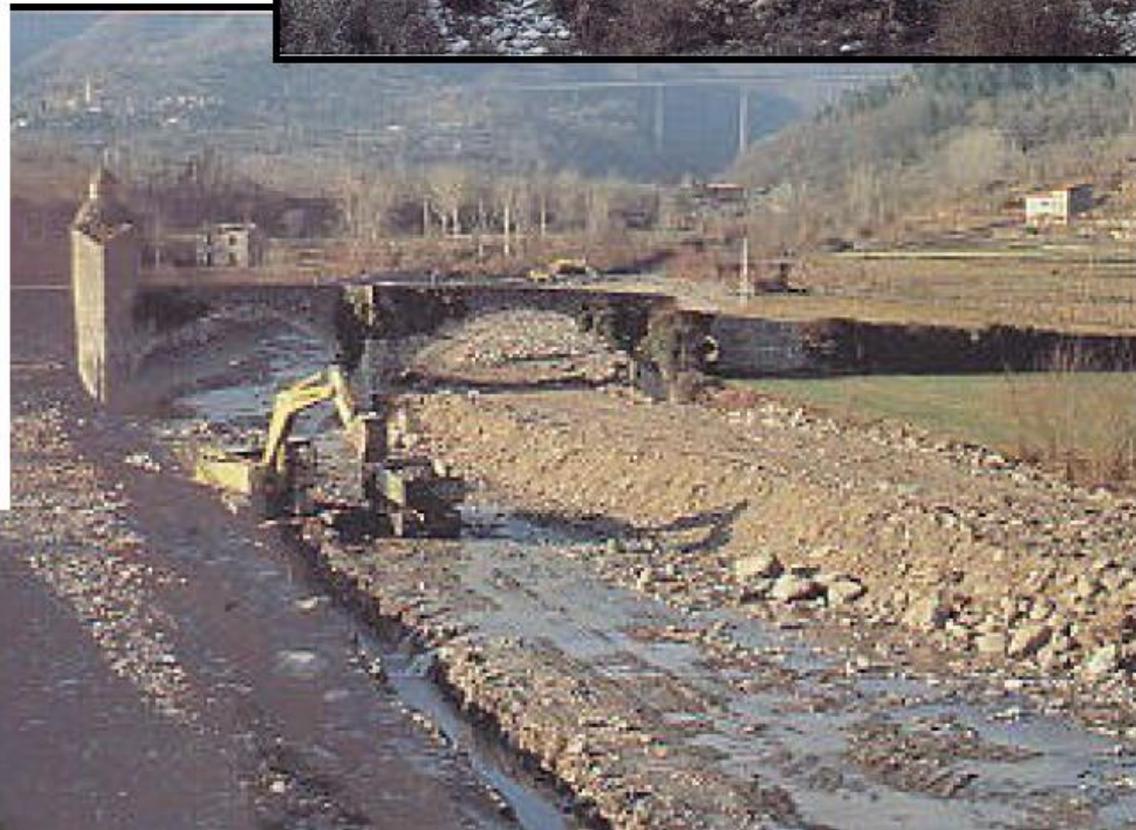
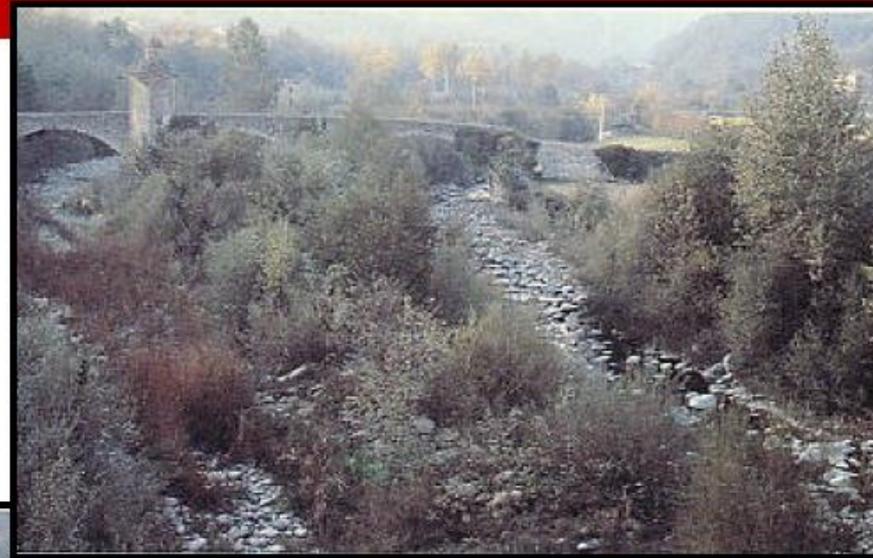
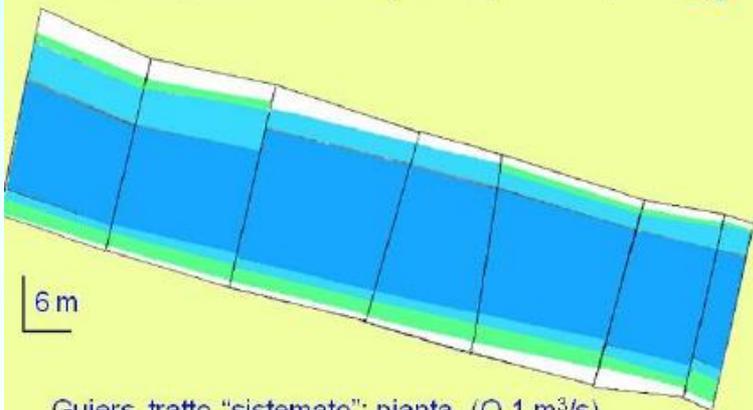
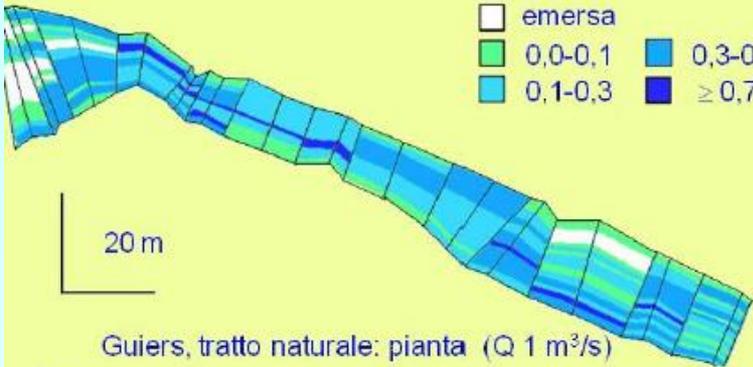
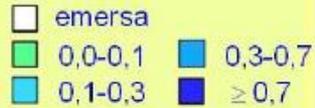


By Pino Sansoni

# Rettifiche e risezionamenti

## Mappa delle velocità

Velocità m/s

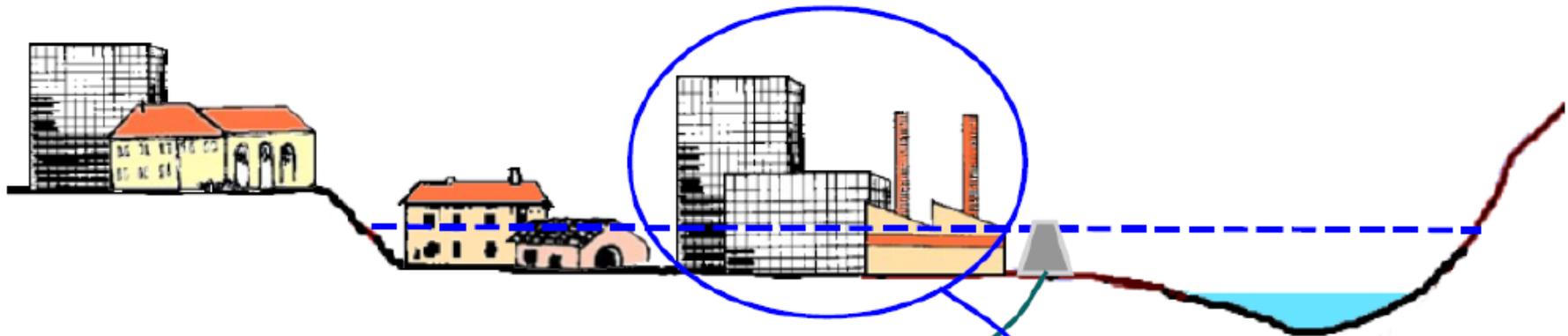


Bruna Gumiero

Università di Bologna

bruna.gumiero@unibo.it

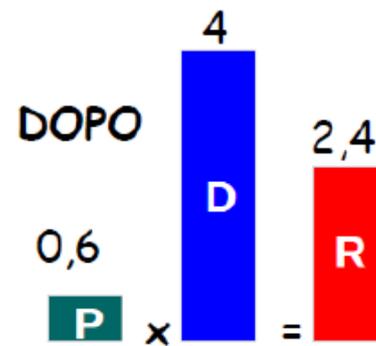
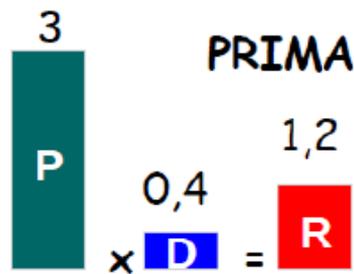
# L'effetto perverso della "messa in sicurezza"



Argine → Probabilità d'inondazione ridotta di 5 volte

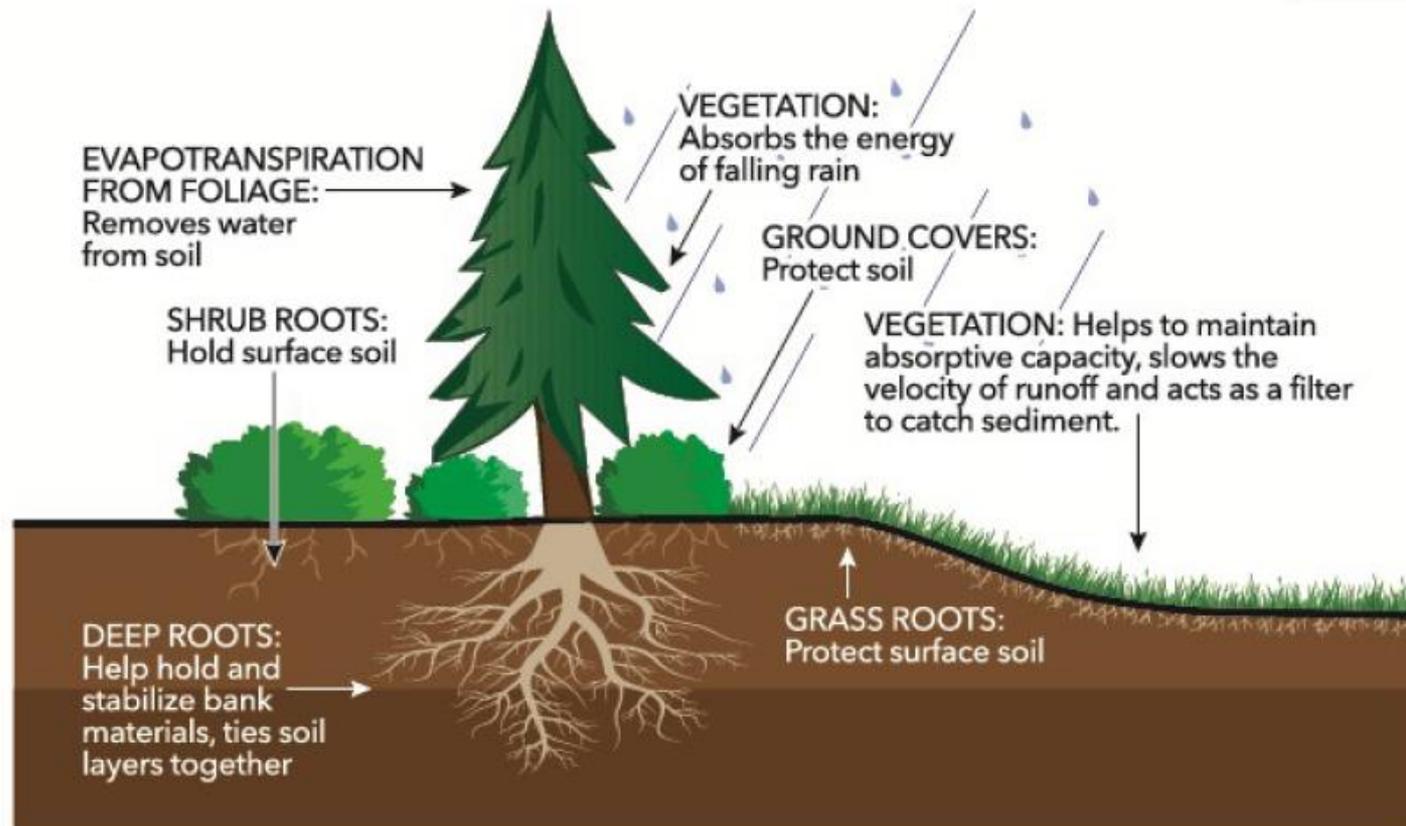
Nuova edificazione → Danno potenziale aumentato 10 volte

Risultato → **Rischio raddoppiato!**



Pericolosità x Danno potenziale = Rischio

# LE FUNZIONI DELLA VEGETAZIONE



## EFFECTS OF VEGETATION IN MINIMIZING EROSION

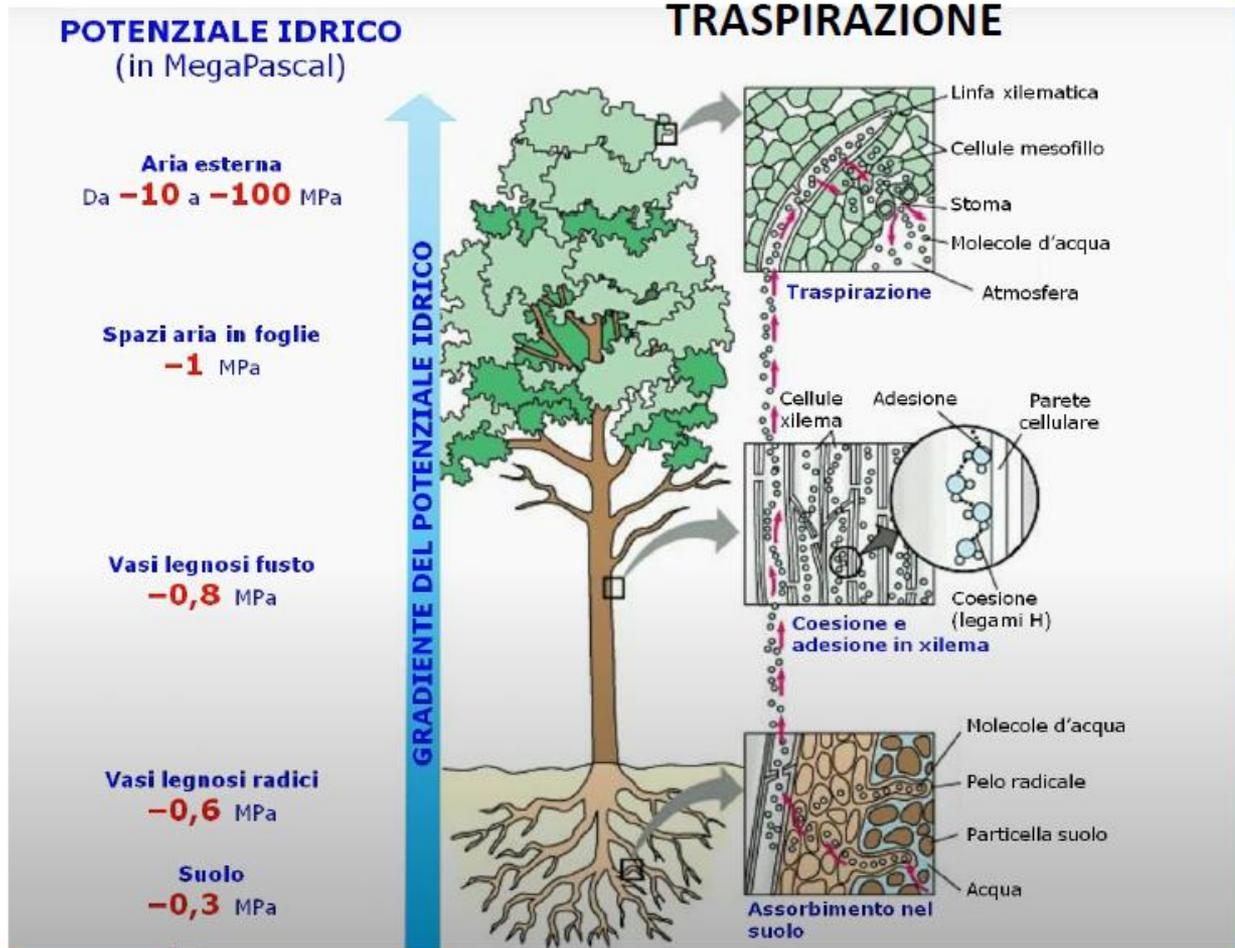
Bruna Gumiero

Università di Bologna

bruna.gumiero@unibo.it



# Potente motore di rigenerazione delle acque



Il passaggio da liquido a vapore assorbe dall'aria una gran quantità di energia 586 kcal/litro (*calore di vaporizzazione*). Le nuvole trasportando vapor d'acqua e calore che si spostano verso la montagna per le diversità di pressione e quando incontra una zona fredda si condensa e libera calore.

**Raffresca in pianura  
riscalda in  
montagna.**

**INOLTRE SI AUTORIGENERA!**

Bruna Gumiero

Università di Bologna

bruna.gumiero@unibo.it



# CONSUMO DI SUOLO



Bruna Gumiero

Università di Bologna

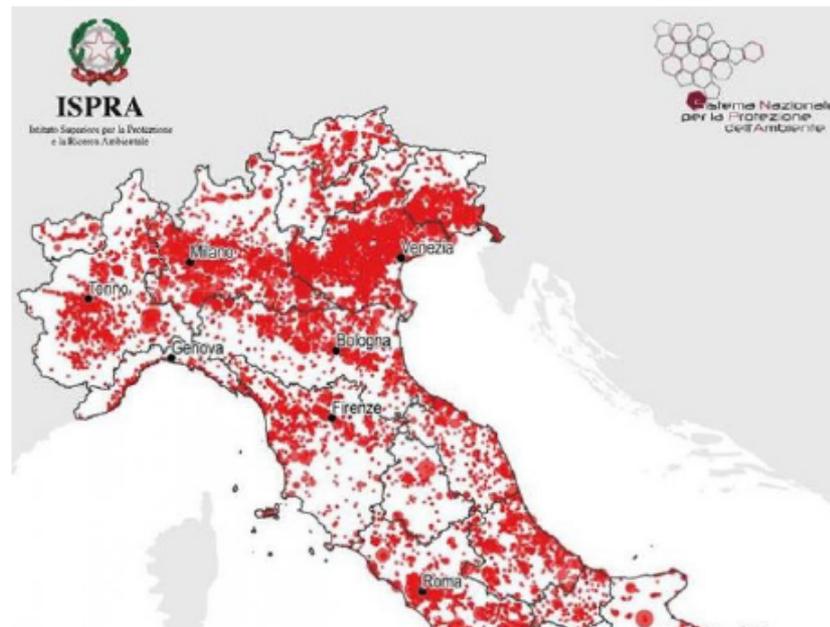
bruna.gumiero@unibo.it

L'Italia ha uno dei livelli più alti di consumo di suolo in Europa, stimato nel 2014 a 21.000 km<sup>2</sup> pari al 7% della superficie nazionale.

Questa tendenza è in aumento, sebbene a una velocità inferiore negli ultimi anni: tra il 2013 e il 2015, la nuova copertura artificiale è stata di 250 km<sup>2</sup> (circa 35 ettari al giorno) (ISPRA 2018).

## ISPRA 2019

- Aree protette + **108** ha
- Vincolate per la tutela paesaggistica + **1074** ha
- A pericolosità idraulica + **673** ha
- Da frana + **350** ha
- Pericolosità sismica + **1803** ha



# CONSUMO DI SUOLO in Friuli Venezia Giulia

## ISPRA 2019 ultimo anno

TRIESTEPRIMA Sezioni

Green

Green

### Report 2019 sul consumo di suolo, Trieste "inghiotte" quasi 3000 ettari

I dati sono stati resi noti questa mattina dall'Istituto Superiore Per la Ricerca e la Protezione Ambientale. Il Friuli Venezia Giulia è la terza regione per consumo in relazione alla popolazione residente. Il paradosso? Con il calo demografico si tende a costruire di più

Nicolò Giraldi  
18 SETTEMBRE 2019 10:47



I più letti di oggi



Rispetto alla superficie artificiale dell'anno precedente (differenza 2016-2017), in regione, si è assistito ad una **perdita di suolo naturale pari a 292 ettari (+0,41%)**, che ci pone al **secondo posto nel panorama nazionale**, dopo il Veneto (+0,50%). L'incremento medio nazionale è stato dello **0,23%**.

A livello regionale nel 2017 la regione Friuli Venezia Giulia si pone al **quinto posto tra le regioni che presentano il più elevato consumo di suolo**, raggiungendo un valore pari al **8,92%**.



Bruna Gumiero

Università di Bologna  
bruna.gumiero@unibo.it



abili

rattutto



La creazione e l'introduzione di macchine in agricoltura ha comportato:

## La trasformazione dei terreni agricoli



Questo tipo di agricoltura causa degrado ed al tempo stesso ne soffre le conseguenze

Vi sono studi che riferiscono che ogni anno:

3 milioni di ettari di terre agricole vengono degradate

4 milioni di ettari vengono convertiti in deserti

8 milioni di ettari vengono convertiti ad usi non agricoli

**Perché???**



**Acqua:** circa il 73% di tutta l'acqua dolce prelevata da fiumi, laghi e dalle riserve di acque sotterranee viene utilizzato per l'irrigazione

Benchè le stime variano ampiamente su scala mondiale viene irrigato circa il 15% di tutti i terreni agricoli

L'acqua prelevata subisce molto spesso perdite dovute ad evaporazione ed infiltrazioni, le perdite possono raggiungere fino l'80%.

Molte volte i quantitativi sono eccessivi e l'acqua in eccesso provoca la morte delle coltivazioni per ristagno idrico ed assenza di ossigeno nelle radici

Vi è poi il problema legato all'utilizzo di acqua salina

**Fertilizzanti:** le piante per crescere hanno bisogno oltre ad acqua, luce solare, anidride carbonica di piccole quantità di nutrienti inorganici.

Questi in relazione allo sfruttamento agricolo vengono forniti alle piante dall'uomo

Gli elementi richiesti sono: AZOTO, POTASSIO, FOSFORO, CALCIO, MAGNESIO E ZOLFO

I quantitativi sono molto spesso in eccesso perché gli agricoltori non conoscono il contenuto specifico di nutrienti dei loro suoli e/o il fabbisogno delle loro colture.

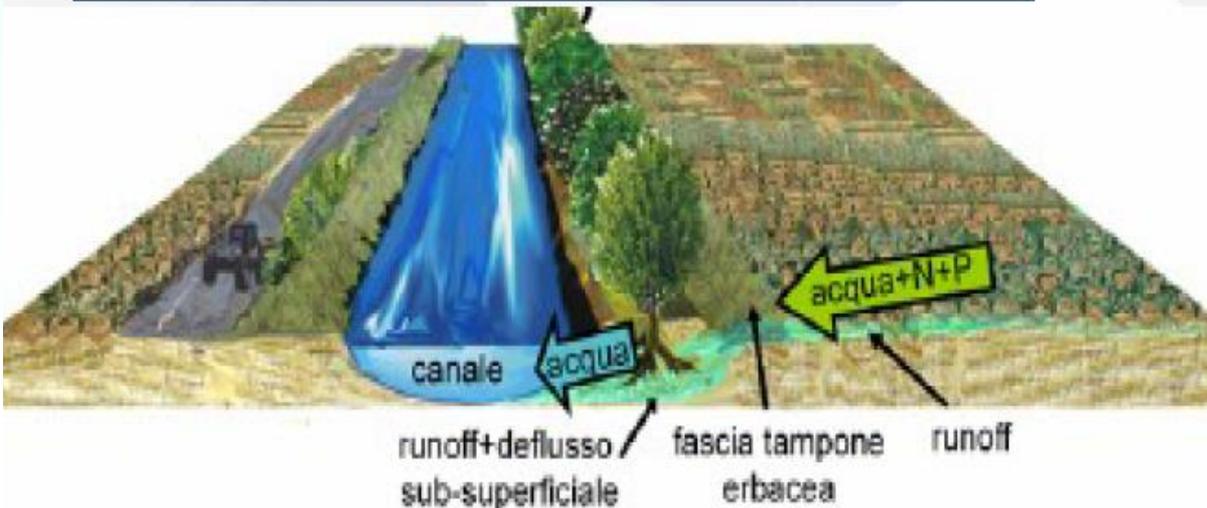
La sovralfertilizzazione porta ad enormi danni a carico degli ambienti dulciacquicoli per l'apporto di nitrati e fosfati, i quali possono intaccare anche la qualità delle acque sotterranee. In queste negli ultimi anni le concentrazioni di nitrati nelle zone sottoposte ad agricoltura intensiva sono salite in modo preoccupante

# FASCE TAMPONE: UN EFFICIENTE DEPURATORE per l'inquinamento diffuso

Fasce vegetate (solo erbacee o miste) vengono definite “filtro o tampone” quando sono in grado di **intercettare i deflussi** di dilavamento dei campi coltivati e di trasformare/trattenere/immagazzinare le sostanze inquinanti in essi contenute.

**Migliorano la qualità' delle acque:**

- **Trappola per sedimenti**
- **Rimozione nutrienti**

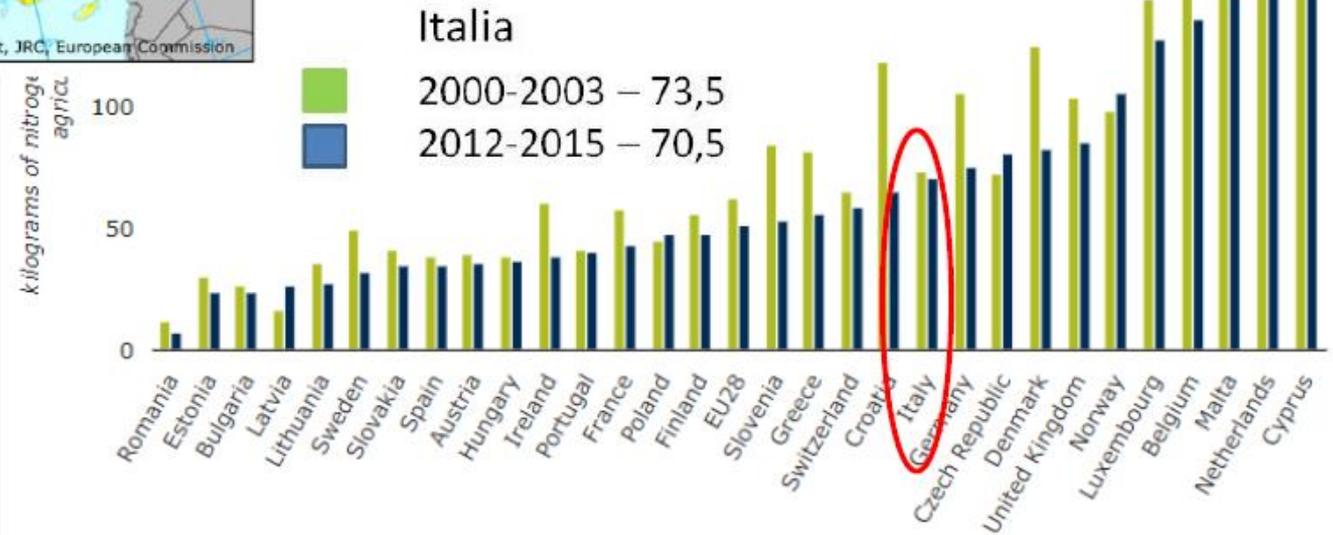
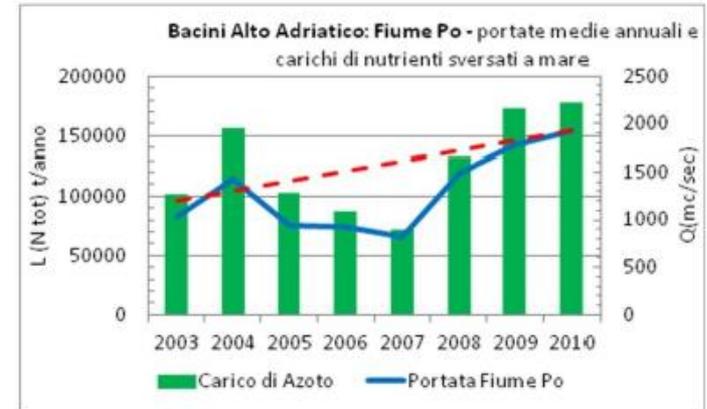
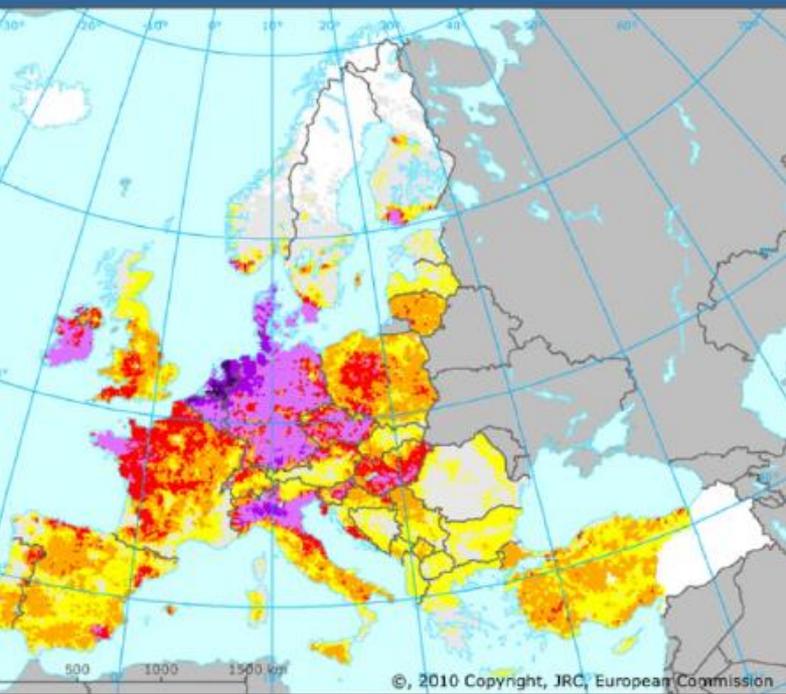


Bruna Gumiero

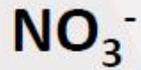
Università di Bologna

bruna.gumiero@unibo.it

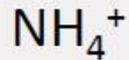
# Surplus di azoto in Europa



# INQUINAMENTO DIFFUSO



AZOTO



DP

FOSFORO



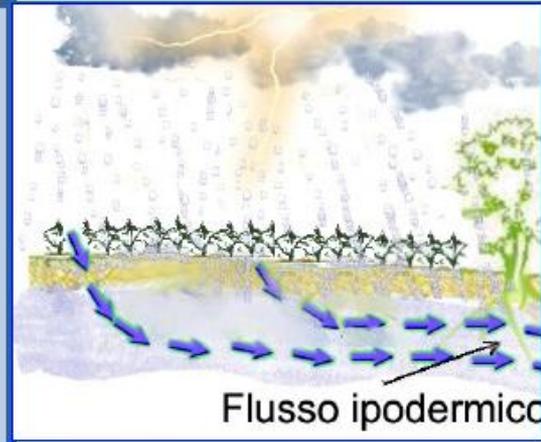
PP

FITOFARMACI



Le molecole che si sciolgono in acqua tenderanno a muoversi principalmente nei deflussi ipodermici e sotterranei

Le molecole che si adsorbono alle particelle di suolo formando legami di tipo fisico e/o chimico tenderanno a muoversi con i deflussi superficiali o runoff



Flusso ipodermico



Ruscellamento/runoff



Bruna Gumiero

Università di Bologna

bruna.gumiero@unibo.it



LAGO = Massa d'acqua raccolta in una depressione della superficie terrestre. Ha profondità non inferiore ai 3-5 m



STAGNO = Aumento della vegetazione acquatica. Vaste zone con profondità attorno ai 2 m



PALUDE= Vegetazione acquatica che occupa tutta la superficie. Profondità massima attorno al metro.



TORBIERA= L'acqua è presente nel terreno



# ORIGINI DEI LAGHI

Molti laghi italiani sono di **origine glaciale** in particolare nell'Italia settentrionale

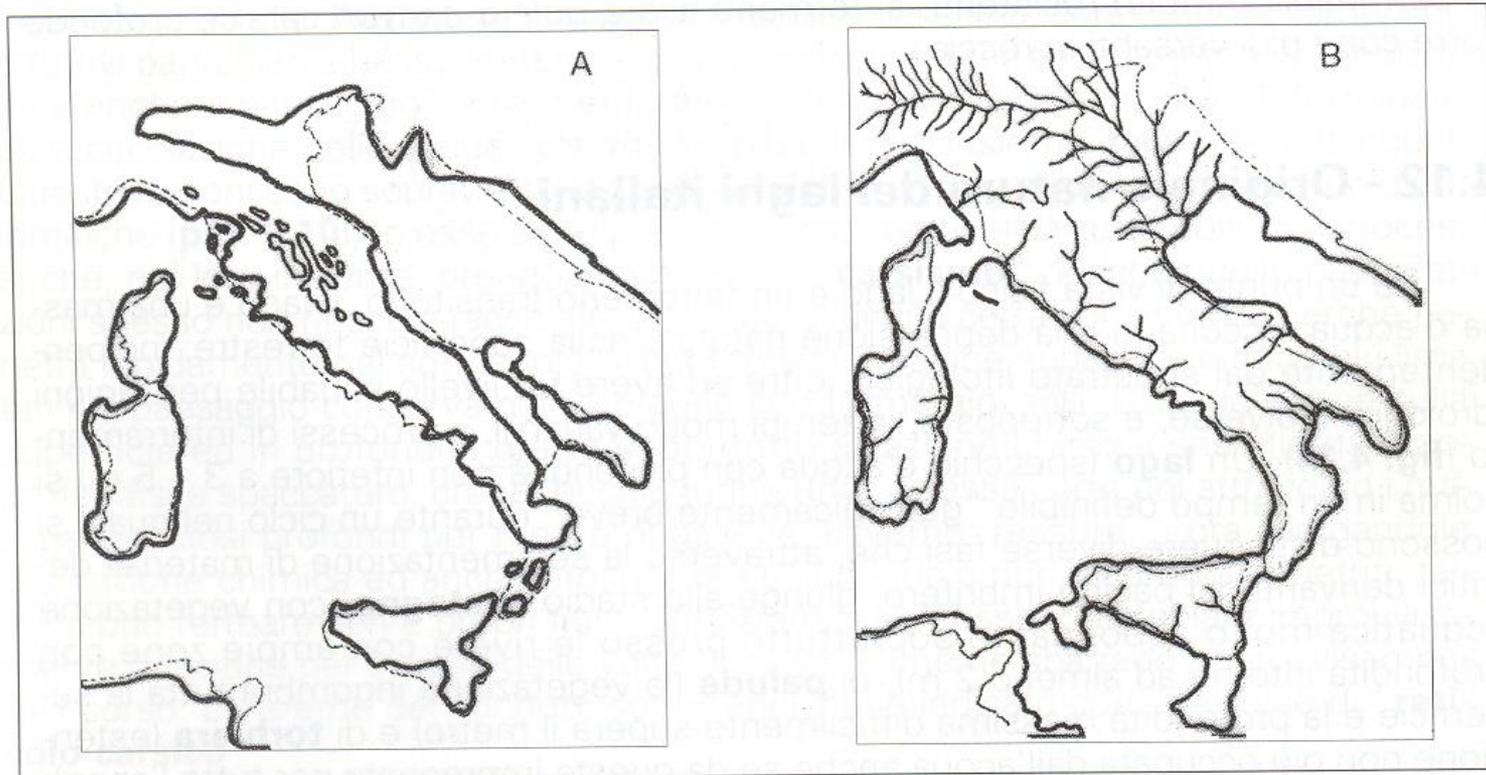
1.000.000 di anni fa durante l'era Quaternaria vi furono notevoli cambiamenti climatici:

4 GLACIAZIONI → La prima iniziata  
1.200.000  
anni fa e l'ultima finita  
10.000 anni prima di  
Cristo.

INTERGLACIALI

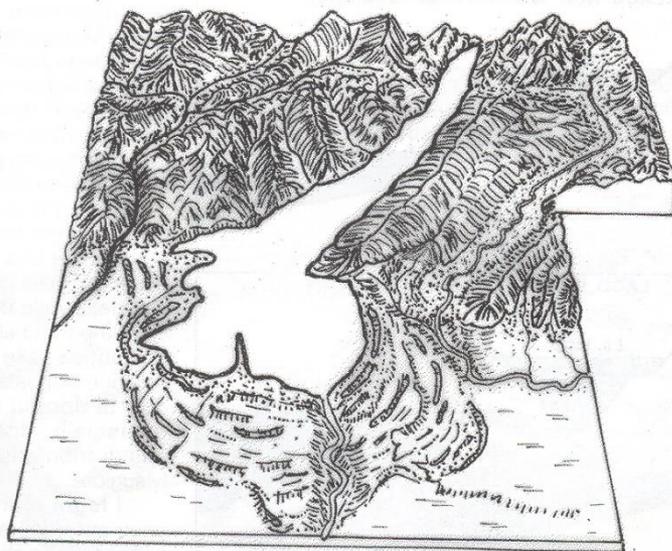
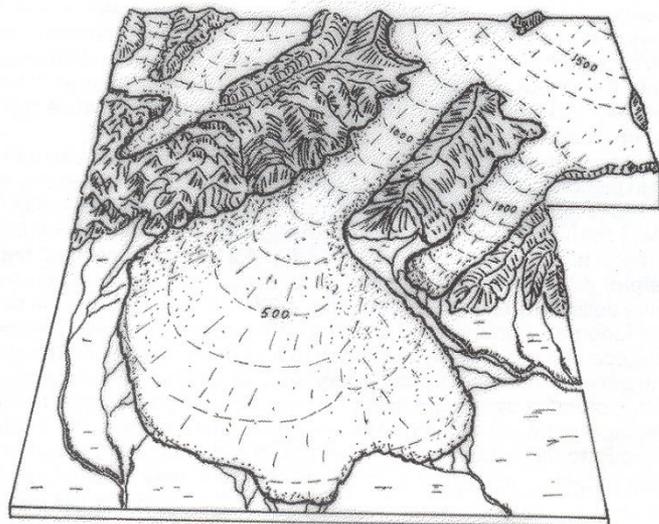
Prima della glaciazione

Durante la glaciazione



**Fig. 4.20** - L'Italia all'inizio del Quaternario (A) prima delle grandi glaciazioni. Durante la massima espansione dei ghiacci (B), per l'abbassamento del livello marino, l'Adriatico aveva dimensioni ridotte.

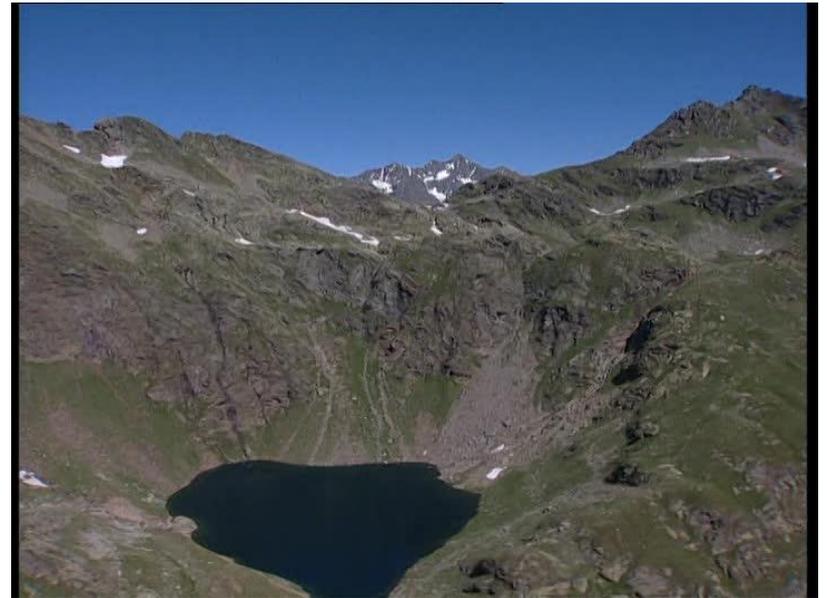
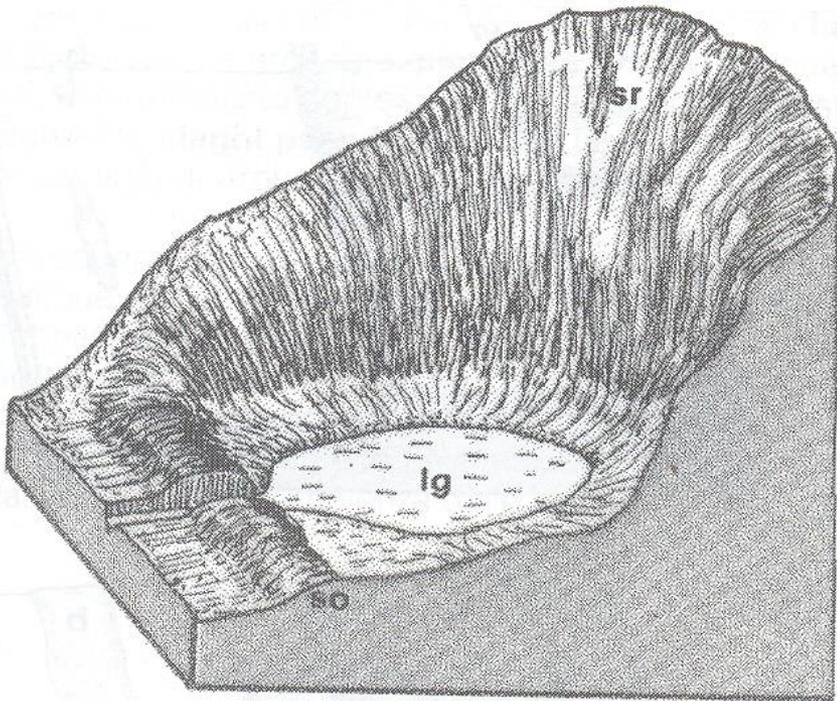
# Laghi di origine glaciale: Maggiore, Como, Garda, Iseo



**Laghi morenici** = depressioni fra collinette di origine morenica costituite da materiali detritici dei ghiacciai. Es. Lago di Ragogna



**Laghi di circo:** tipici dell'alta montagna si formano per azione dei ghiacciai e trascinamento da parte degli stessi a valle di detriti che formano le sponde del lago, incise in seguito da piccoli emissari.



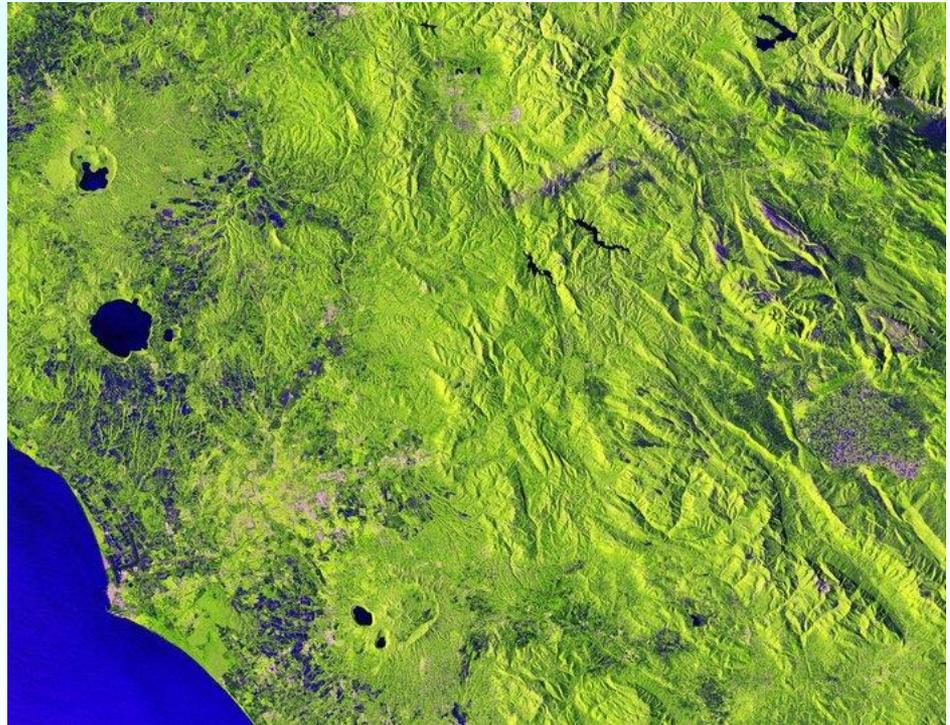
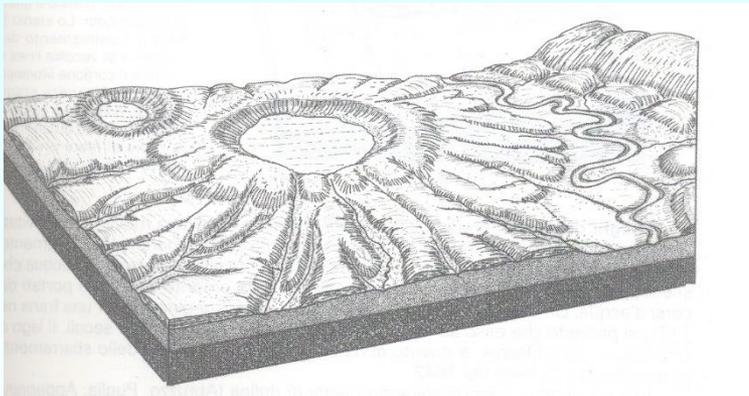
Origine tettonica: i laghi che hanno quest'origine si formano a causa dei movimenti degli strati più profondi della crosta terrestre che spostandosi o fratturandosi formano delle depressioni. Sono laghi molto profondi.

Es. Lago di Bolsena



**Laghi vulcanici:** si originano in crateri vulcanici ormai spenti o in seguito alla formazione di avvallamenti provocati da grosse esplosioni o implosioni o per lo sbarramento di colate laviche

Es: Vico, Bracciano....



**Laghi di frana** si formano in seguito ad eventi catastrofici per la deposizione sul fondo di una vallata dei detriti franati da una parete della valle stessa

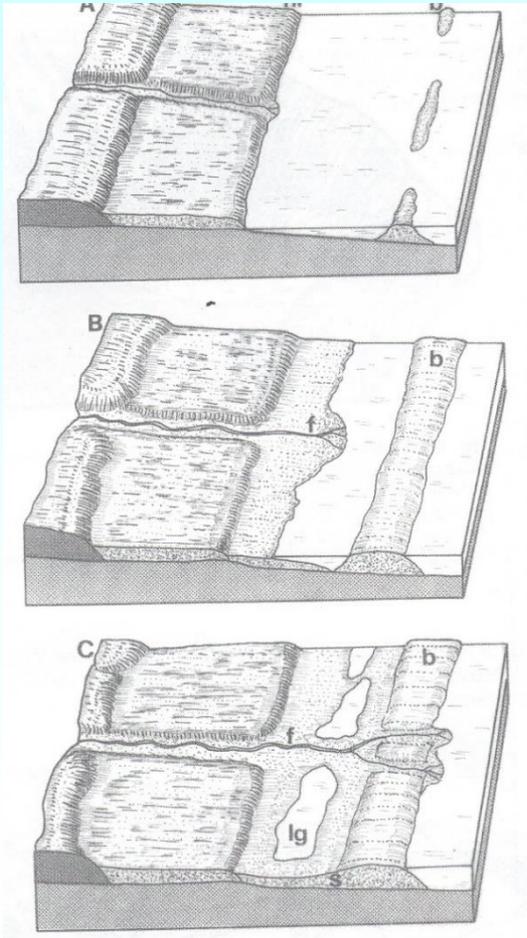
Es. Alleghe (Belluno)



**Laghi formati dall'azione del vento.** Sono frequenti in zone con clima steppico e desertico nelle quali il vento può scavare vaste conche e accumulare grosse dune che sbarrano il percorso di fiumi. Alcuni esempi sono costituiti dai Laghi Amari della Penisola del Sinai e dal Lago Ciad in Africa (Sudan).



**Laghi costieri salmastri:**Es. litorale tirrenico (Fogliano, Monaci, Caprolace, Patria.) Gargano (Lesina, Varano)



## Laghi carsici:

di solito sono di piccola dimensione e sono spesso effimeri e temporanei, si formano di solito in una dolina (depressione che si forma in zone altamente carsiche), in una uvale (unione di più doline) o in valli chiuse. Tra questi il lago di Doberdò e quello di Piediluco. Se tali formazioni non hanno immissari possono prosciugarsi completamente. A volte scompaiono a causa del crollo delle strutture carsiche sottostanti.



## Di origine fluviale

rientrano in questa categoria i laghi di lanca, derivanti dall'abbandono di un meandro (lago circunfluviale) e quelli derivanti dalla divagazione dei fiumi stessi (lago di Mantova) o dall'esondazione. A volte grazie a fenomeni erosivi l'alveo del fiume si allarga sino a trasformarsi in un lago.



**Laghi originati da accumulo** di materiale prodotto da **organismi viventi** come, ad esempio, i laghi di atollo.



**Laghi prodotti dall'impatto sulla terra di meteoriti come, ad esempio, il Lago Bosuntwi in Africa Occidentale e il Lago Elgygytgyn nel nordest della Siberia.**



**Laghi artificiali.** Sono laghi formati dall'azione diretta dell'uomo che attraverso sbarramenti e dighe forma bacini lacustri per costituire riserve d'acqua da utilizzare per scopi irrigui, idroelettrici, potabili.



## MOVIMENTI D'ACQUA NEI LAGHI

I movimenti sono causati principalmente dall'azione del vento, dalle entrate e uscite di acqua, dalle variazioni di temperatura tra gli strati d'acqua.

I movimenti possono essere distinti in:

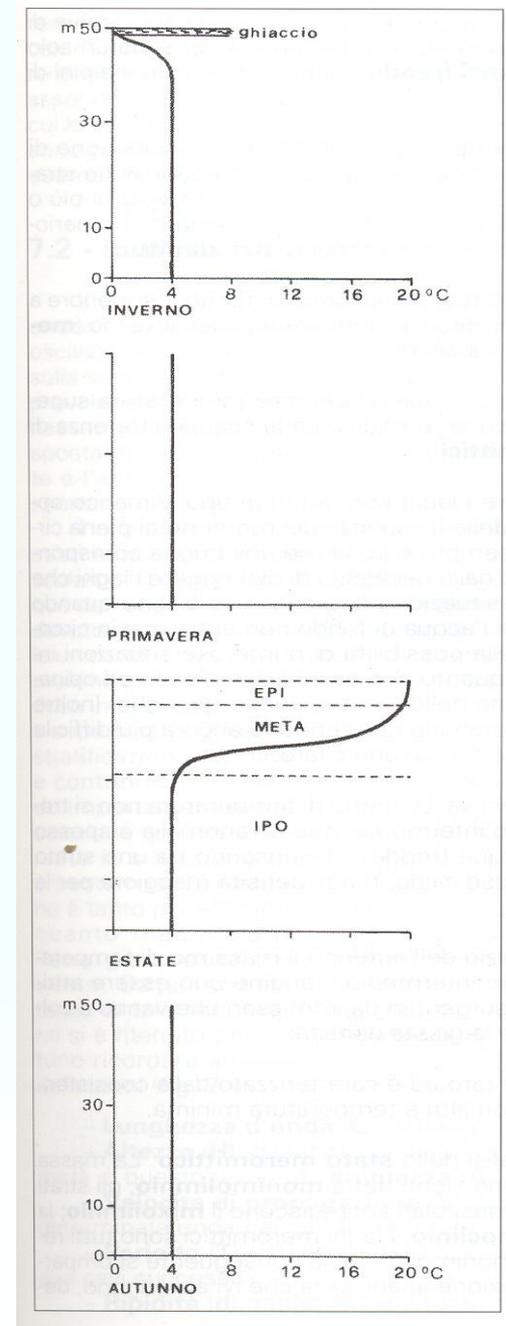
Moto ondoso

Sesse

Correnti di convezione, di immissario, di emissario, correnti di torbida (causate da frane subacquee)

# Movimenti legati al ciclo termico delle acque:

Tipico ciclo termico di un grande lago profondo posto in una regione con clima temperato



Numerosi fattori contribuiscono a caratterizzare il ciclo termico di un lago:

**latitudine e altitudine** che influenzano direttamente la sorgente di energia termica, cioè la quantità e l'intensità della radiazione solare.

**piovosità e ventosità** (fattori climatici)

**forma del bacino lacustre e profondità** (fattori morfologici) influenzano direttamente il trasferimento dell'energia termica agli strati più profondi.

La classificazione che consegue a quanto detto è quella che viene proposta qui di seguito:

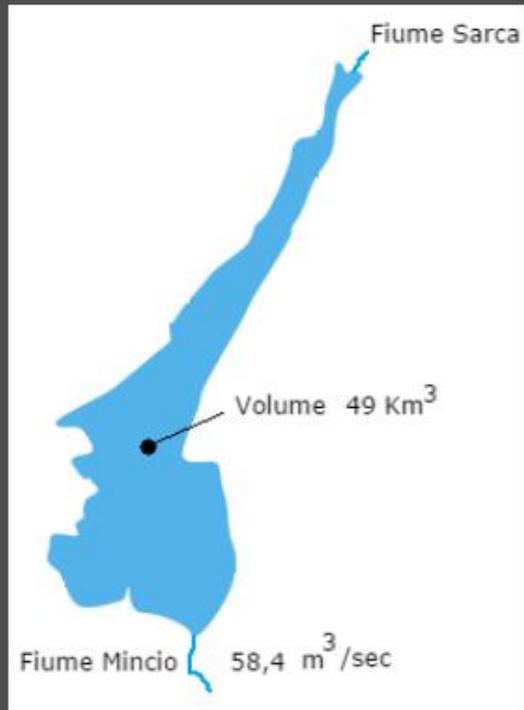
**Laghi di tipo polare:** acque superiori costantemente ghiacciate e sottostanti con temperature sempre inferiori a 4 °C, non c'è mai piena circolazione d'acqua lungo la colonna. Non sono presenti in Italia

**Laghi di tipo sub-polare:** solo in estate si ha lo scioglimento dei ghiacci e le temperature superano i 4 °C c'è la possibilità di un breve periodo di isoterma. In Italia sono i laghi alpini d'alta quota.

**Laghi di tipo sub-tropicale:** la temperatura è sempre superiore ai 4°C anche nelle zone di fondo, vi sarà isoterma solo alla fine dell'inverno. Laghi subalpini.

**Laghi tropicali:** temperature lungo tutta la colonna sempre superiori ai 4 °C, non vi è stratificazione.

# Tempo di ricambio delle acque di un lago



$$T_R = \frac{V_L}{q} = \frac{49 \cdot 10^9}{58.4}$$

$$= 839041096 \text{ s}$$

$$= 26.6 \text{ anni}$$

Quale è la probabilità che nel lago di Garda sia ancora presente l'acqua nella quale potrebbe essersi bagnato Gabriele D'Annunzio?



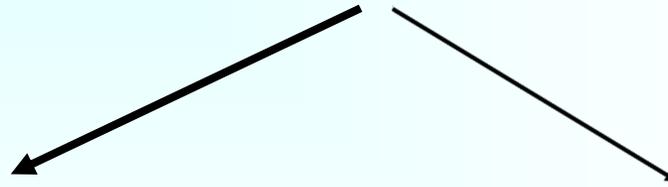
Gabriele D'Annunzio  
(1863, Pescara; 1938, Gardone Riviera)

# APPROFONDIMENTO SUI LAGHI ARTIFICIALI

Gli **INVASI ARTIFICIALI** sono creati per la presenza di una **DIGA**

**INVASO** = **VOLUME IDRICO**, variabile nel tempo, generato da uno **SBARRAMENTO**

**INVASO + SBARRAMENTO = SERBATOIO**



La sua funzione può essere quella di accumulare acqua nei periodi di piena e rilascio nei periodi di magra o di bisogno antropico

Aumentare il carico idraulico o battente ossia la superficie del lago in modo tale da far defluire per gravità l'acqua in un altro sito o per produrre energia elettrica

In base al tempo di residenza possono essere considerati una via di mezzo tra fiume e lago:

Hanno un emissario posto in profondità e un regime idrologico del tutto artificiale che condiziona i parametri chimico fisici delle acque i processi di sedimentazione degli apporti solidi e del particolato organico.

Gli effetti di un serbatoio sono evidenti sia a monte che a valle ma soprattutto in quest'ultimo caso possono essere limitati soprattutto facendo attenzione a :

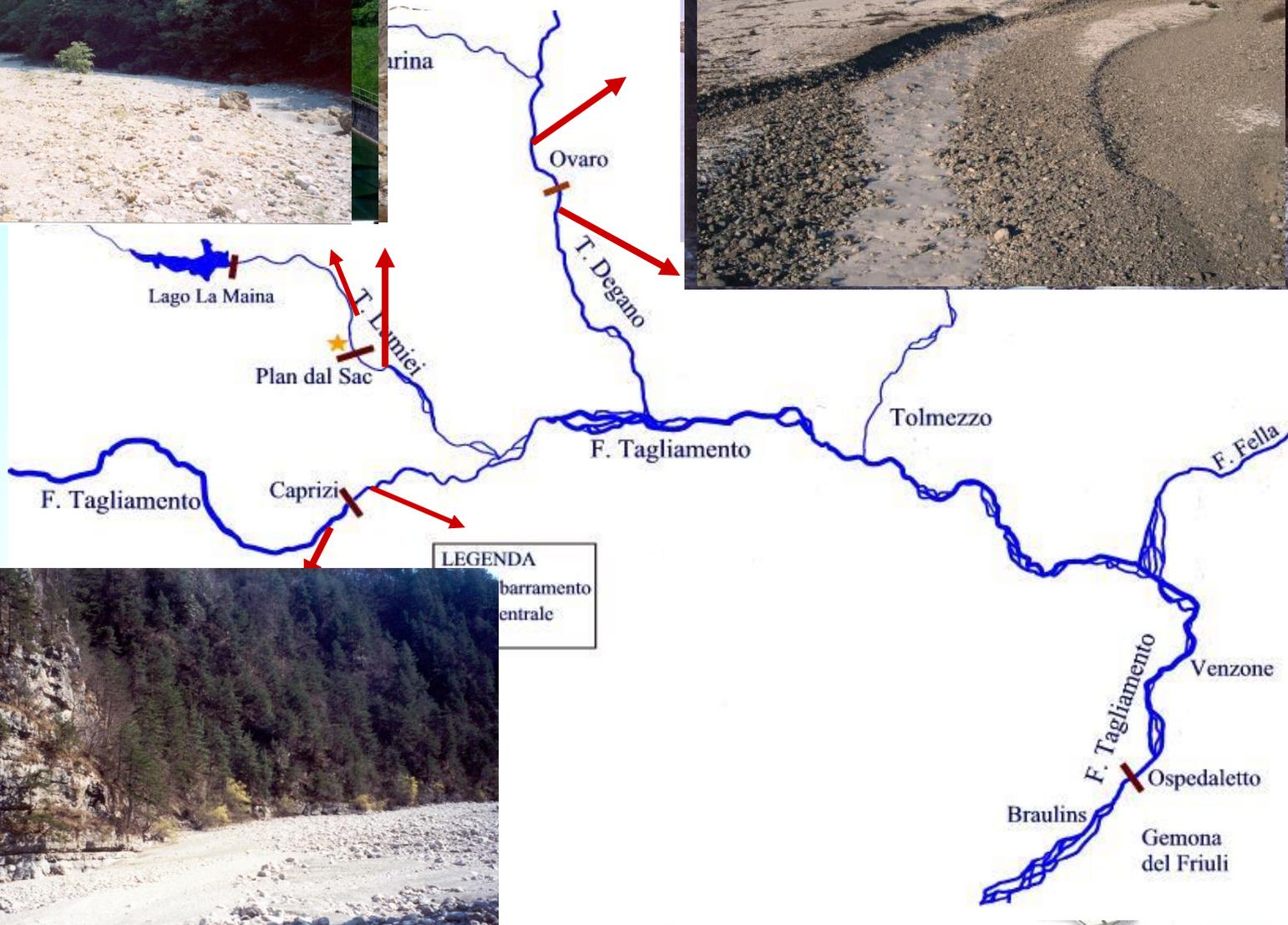
1 – Rispetto dei rilasci, un tempo si considerava il Deflusso Minimo Vitale DMV ovvero quel quantitativo di acqua, diverso da corso d'acqua a corso d'acqua, che deve essere rilasciato dalle prese affinché a valle vengano mantenute le caratteristiche chimico fisiche delle acque e possano sopravvivere le biocenosi originarie

Il concetto di Deflusso Ecologico (DE) rappresenta un'evoluzione di quello di Deflusso Minimo Vitale (DMV): con esso si passa dal garantire una portata istantanea minima al garantire un regime idrologico per il raggiungimento degli obiettivi ambientali indicati dalla Direttiva Comunitaria Quadro in materia di Acque n. 2000/60/CE così come definito dalla Direttiva Deflussi Ecologici.

L'attuazione del Deflusso Ecologico avviene principalmente attraverso l'applicazione di “fattori correttivi” al DMV, che costituiscono la “componente ambientale” del DE

La formula per il calcolo del Deflusso Ecologico

La componente ambientale è determinata attraverso l'applicazione dei fattori correttivi, al fine di consentire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi ambientali, di conservazione degli habitat naturali e di fruizione. Il suo calcolo è determinato in funzione dello stato ecologico del corpo idrico, delle caratteristiche morfologiche dell'alveo nel tratto fluviale considerato, del contributo alle falde sotterranee, delle esigenze di maggiore tutela naturale degli ambienti fluviali, delle differenze nel regime idrico naturale legate ai diversi periodi dell'anno.



2 - L'accumulo dei sedimenti all'interno degli invasi ha determinato nel tempo la necessità della loro rimozione, sia per ragioni di sicurezza degli sbarramenti sia per recuperare la capacità di invaso persa con l'interrimento. Le operazioni di rimozione/fluitazione del sedimento costituiscono una potenziale criticità per gli ecosistemi fluviali posti a valle delle dighe. Per questo motivo occorre verificare che tali manovre siano eseguite in modo tale da garantire che gli effetti sull'ambiente siano meno impattanti possibile e completamente reversibili.

# 2013 - Torrente Lumiei – 50 mila metri cubi di fango





[http://www.assiemeperiltagliamento.org/svaso\\_lago\\_sauris\\_lumiei.html](http://www.assiemeperiltagliamento.org/svaso_lago_sauris_lumiei.html)