

CONVEGNO: "DALL'EMERGENZA ALLA CULTURA DELLA PREVENZIONE: LA CENTRALITÀ DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO PER LA GESTIONE DEL TERRITORIO"

MARTEDI' 06 FEBBRAIO 2024  
AULA MAGNA DEL POLITECNICO DI TORINO dalle 9 alle 13



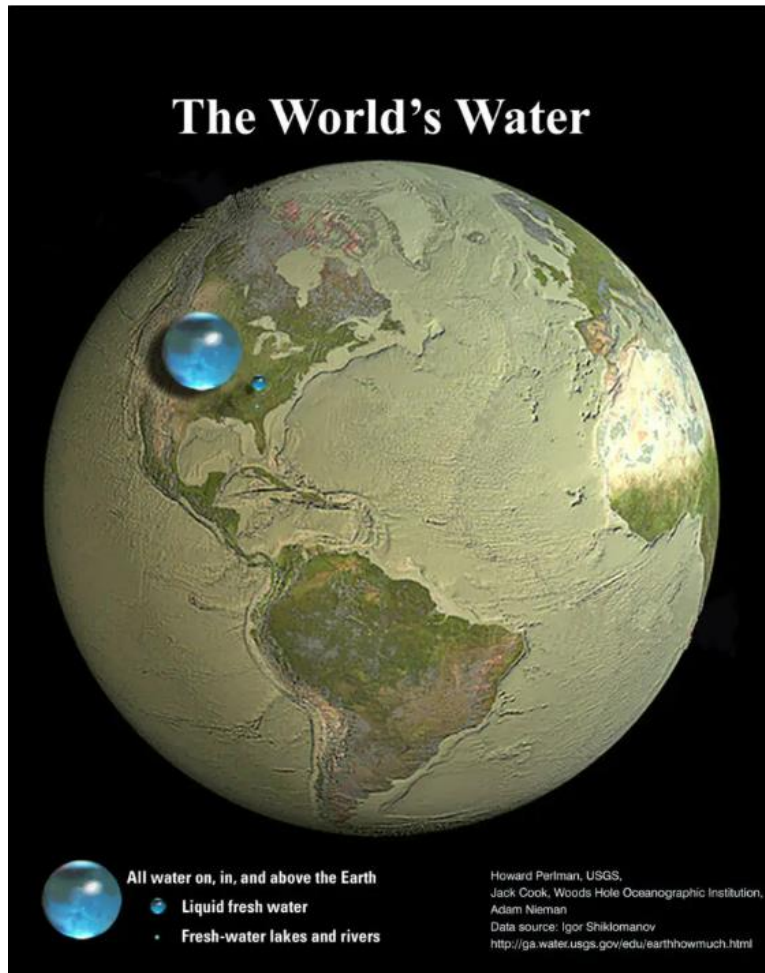
# "Crisi climatica e acque sotterranee: problematiche e strategie per la mitigazione del rischio depauperamento degli acquiferi"



**Domenico Antonio De Luca**  
Dipartimento di Scienze della Terra – Università di Torino  
Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte



## QUANTA ACQUA C'E' SULLA TERRA?



La sfera più grande rappresenta tutto il volume d'acqua della Terra (oceani, le calotte polari, le acque sotterranee, i laghi, i fiumi, l'acqua atmosferica ).

**Diametro è di 1384 chilometri**

**Volume di circa un miliardo e 386 milioni di chilometri cubici.**

La sfera di media grandezza nell'immagine appresenta la quantità di acqua dolce liquida presente sul pianeta.

**Diametro = 272 chilometri**

**Volume = 10 milioni e mezzo di chilometri cubi**

La sfera più piccola rappresenta l'acqua dolce di tutti i laghi e i fiumi del pianeta .

**Diametro = 56 chilometri**

**Volume = 93 mila chilometri cubici**

→ il 95% dell'acqua dolce è costituito da acque sotterranee

# DOVE SI TROVA L'ACQUA DOLCE SUI CONTINENTI?

## LE ACQUE SUPERFICIALI

---

Solo 5% dell'acqua dolce in forma liquida della terra si trova come «acque superficiali» cioè in laghi e in fiumi

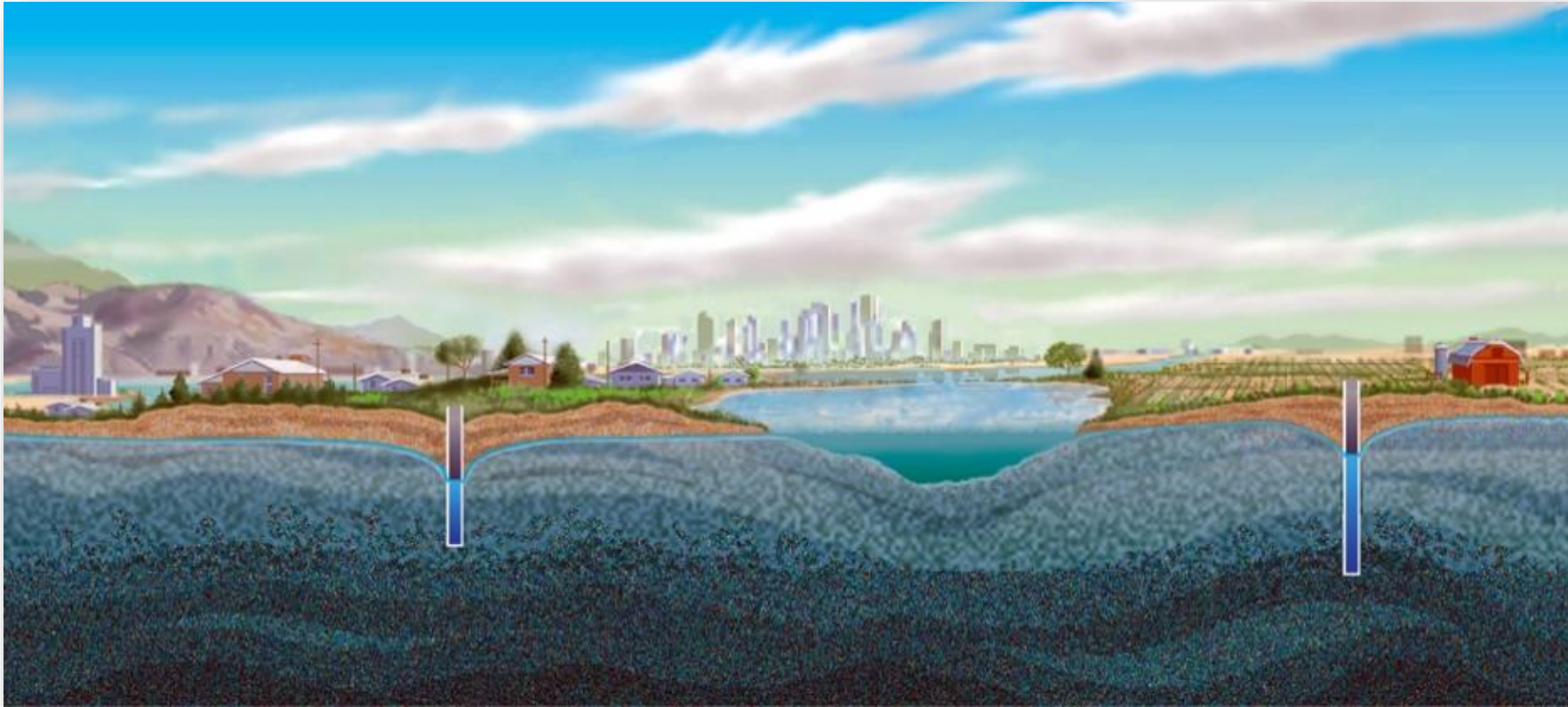


# DOVE SI TROVA L'ACQUA DOLCE SULLA TERRAFERMA?

## LE ACQUE SOTTERRANEE

La maggior parte dell'acqua dolce ( **il 95%**) però si trova nel sottosuolo (acque sotterranee o falde idriche)

---



# CAUSE CHE INFLUISCONO SULLA DISPONIBILITA' DI ACQUE DOLCI

## LA DISPONIBILITÀ DI ACQUA DOLCE STA DIMINUENDO

Si stima che l'80% della popolazione mondiale si trovi ad affrontare gravi minacce alla sicurezza idrica con la scarsità idrica globale in aumento a causa

I tre problemi di più di vasta portata in termini della sostenibilità di risorse di acqua dolce a livello mondiale sono :

- aumento dei prelievi antropici
- cambiamenti climatici
- aumento della popolazione
- degrado qualitativo

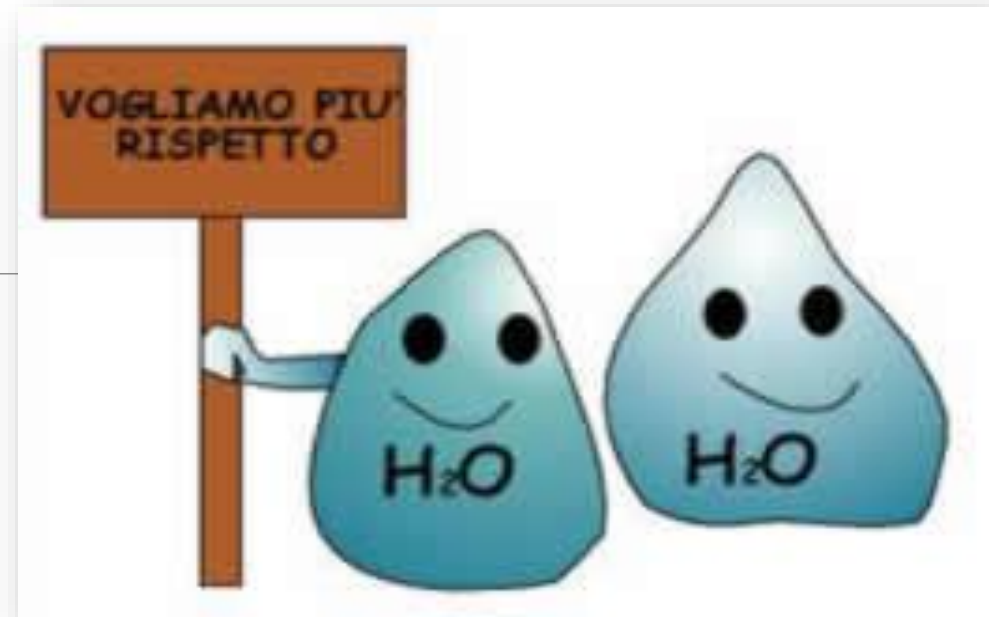


# IL RUOLO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Nell'ambito delle risorse globali di acqua dolce le acque sotterranee ricoprono un ruolo essenziale troppo spesso non sufficientemente compreso e tutelato

RUOLI di una risorsa essenziale da proteggere:

- **ruolo ecologico:** per i diversi ecosistemi
- **ruolo di risorsa per uso antropico:** la vita umana e lo sviluppo economico



# LE ACQUE SOTTERRANEE : RUOLO ECOLOGICO

Gli acquiferi forniscono alimentazione a:

- corsi d'acqua e laghi



- sorgenti



- aree umide

specie durante i periodi di assenza di pioggia (flusso di base).



# USO DELLE ACQUE SOTTERRANEE a livello mondiale

- **Usa potabile : uso «nobile» ( il 50% a livello mondiale )**



- **Agricoltura (circa il 40 % di tutta l'acqua usata per l'irrigazione)**



- **Industria**





# FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO IDROPOTABILE PIEMONTE

- consumo di oltre 500 milioni di m<sup>3</sup>/anno = 16000 l/s

## 92 % ACQUE SOTTERRANEE

72%: acque delle falde idriche sotterranee di pianura  
20% acque sorgive sono invece disponibili prevalentemente nell'area alpina e prealpina

## 8% ACQUE SUPERFICIALI

sono utilizzate prevalentemente per l'alimentazione della città di Torino con una derivazione dal fiume Po fino a 3 m<sup>3</sup>/s.

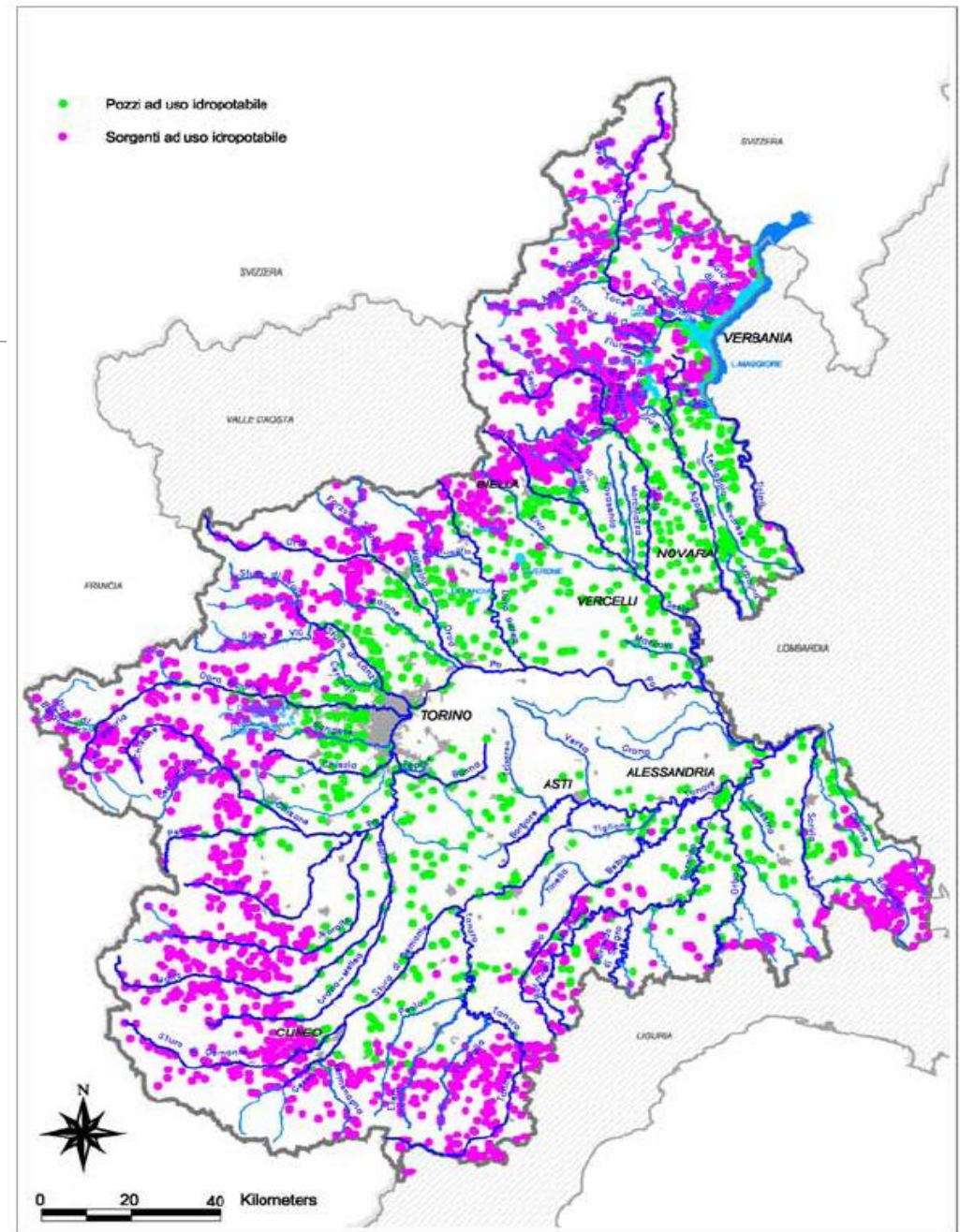


Figura 7.2 - PRELIEVI - ACQUE SOTTERRANEE

## NECESSITA' DI UNA TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Il riconoscimento del ruolo essenziale di acque sotterranee nello sviluppo umano è :

- relativamente recente
- non sufficientemente compreso e tutelato.



# IMPATTO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE



Rapporto mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche 2022

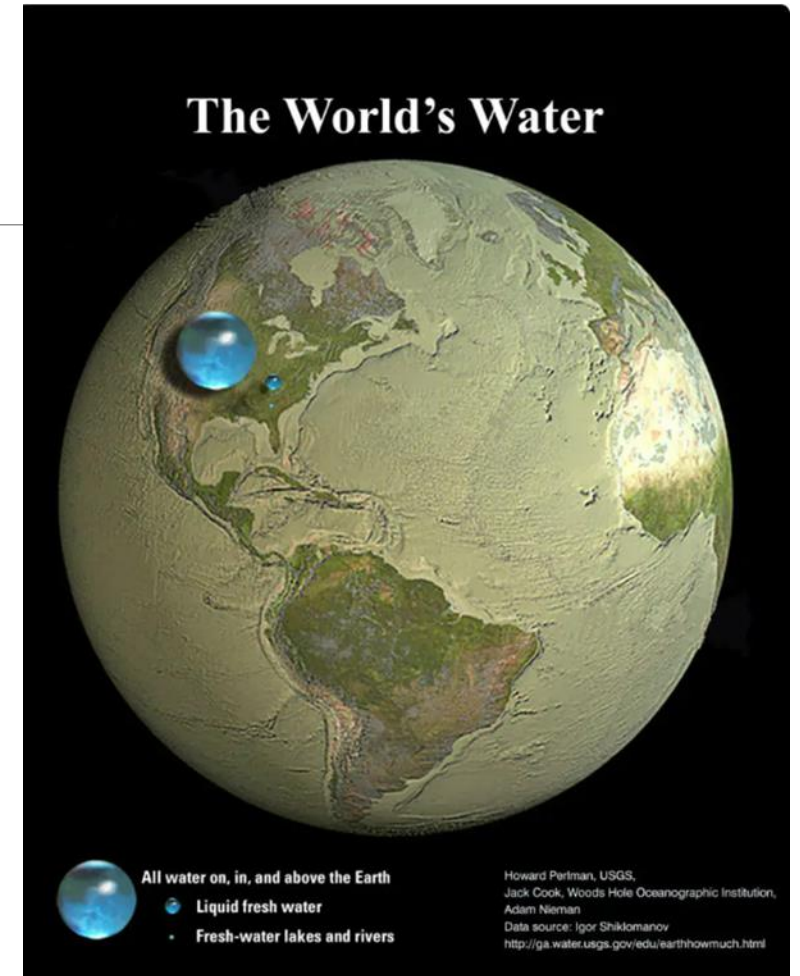
## ACQUE SOTTERRANEE Rendere visibile la risorsa invisibile

Sintesi



Nel mondo vi è una crescente preoccupazione, attenzione e ricerca sull'impatto del cambiamento climatico sulle risorse idriche sotterranee

## LA SITUAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE A LIVELLO MONDIALE



# LA SITUAZIONE A LIVELLO MONDIALE

---

## ***STUDIO INTERNAZIONALE DEL 2024***

*Scott Jasechko , Hansjörg Seybold , Debra Perrone , Ying Fan ,  
Mohammad Shamsudduha , Richard G. Taylor , Othman Fallatah &  
James W. Kirchner*

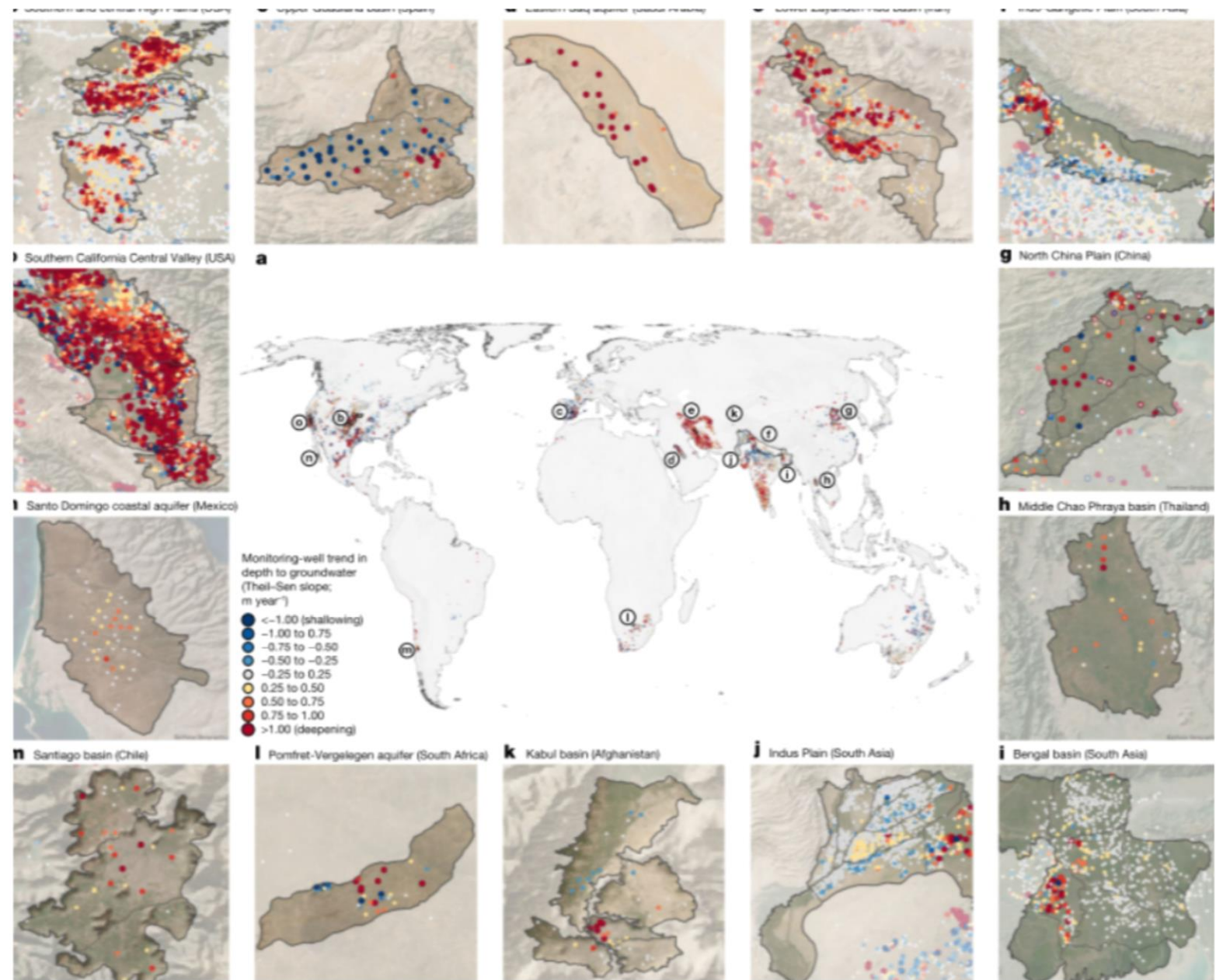
**Rapid groundwater decline and some cases of recovery in aquifers  
globally**

***Nature | Vol 625 | 25 January 2024***

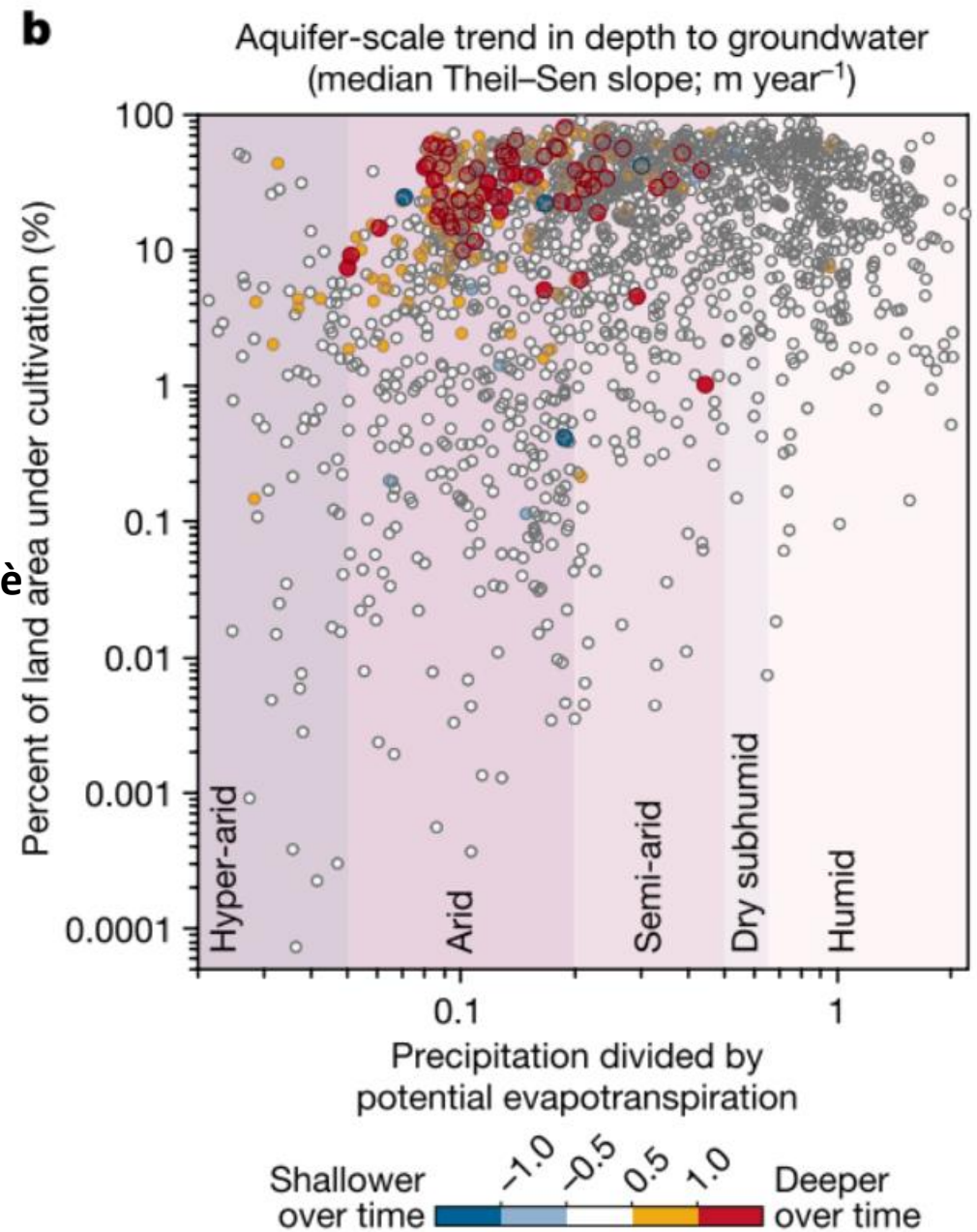
Analizzati le tendenze del livello delle acque sotterranee in

**170.000 pozzi di monitoraggio**  
**1.693 sistemi acquiferi**

che comprendono circa il 75% dei prelievi globali di acque sotterranee



I sistemi acquiferi con i livelli piezometrici che si abbassano rapidamente sono più comuni nelle zone climatiche iperaride, aride e semiaride) e dove una percentuale maggiore di terreno è coltivata (vedere categorie sull'asse y)



ITALIA: 22% DELLA SUPERFICIE  
COLTIVATA

## AREE A RISCHIO DESERTIFICAZIONE\*

SICILIA	<b>70%</b>
PUGLIA	<b>57%</b>
MOLISE	<b>58%</b>
BASILICATA	<b>55%</b>
SARDEGNA, EMILIA ROMAGNA, MARCHE, UMBRIA, ABRUZZO	
CAMPANIA	<b>30/50%</b>



- Dertificazione > 55%
- Dertificazione ≥ 30 %
- Dertificazione < 30 %

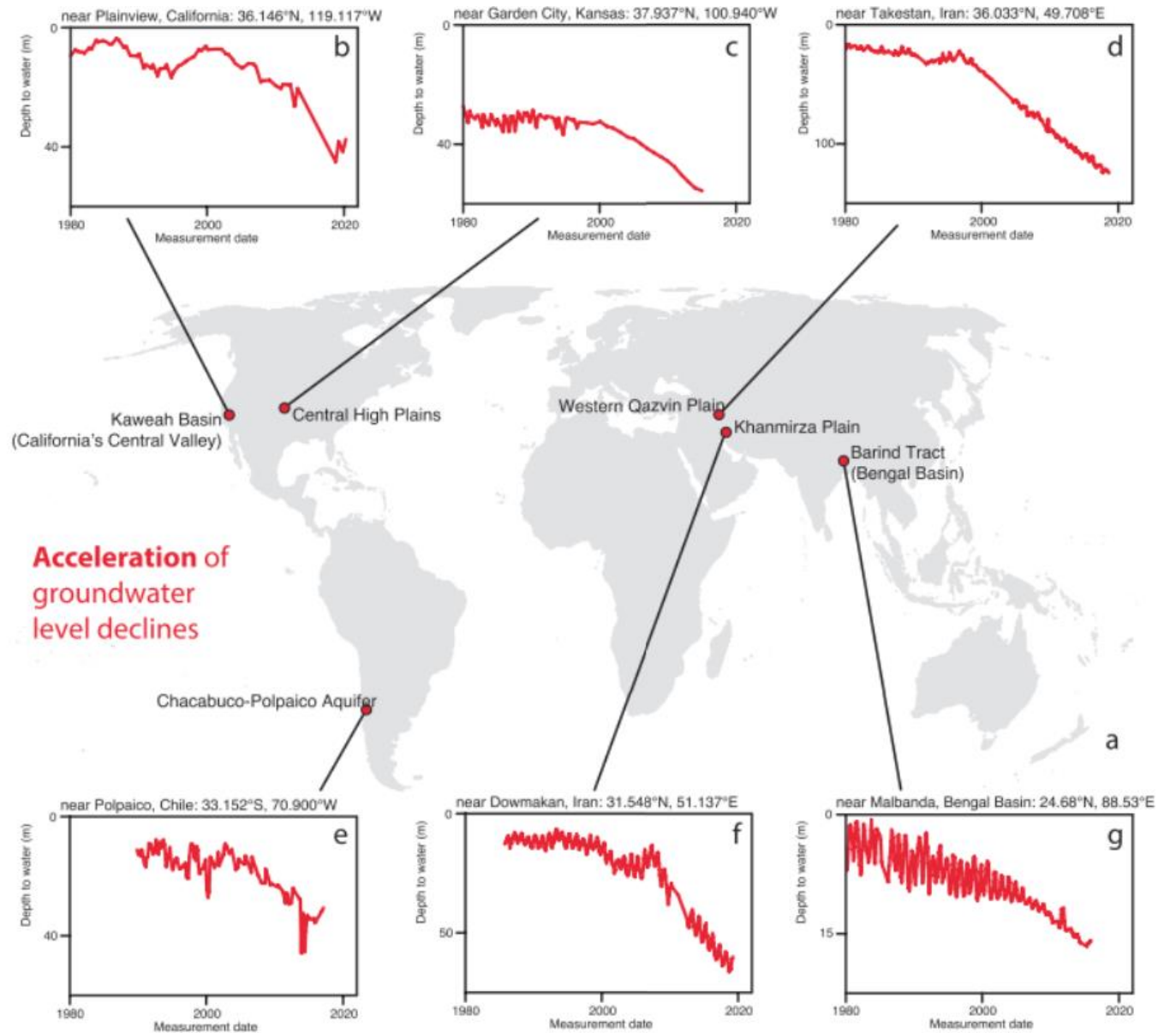


\*Elaborazione dati del CNRR

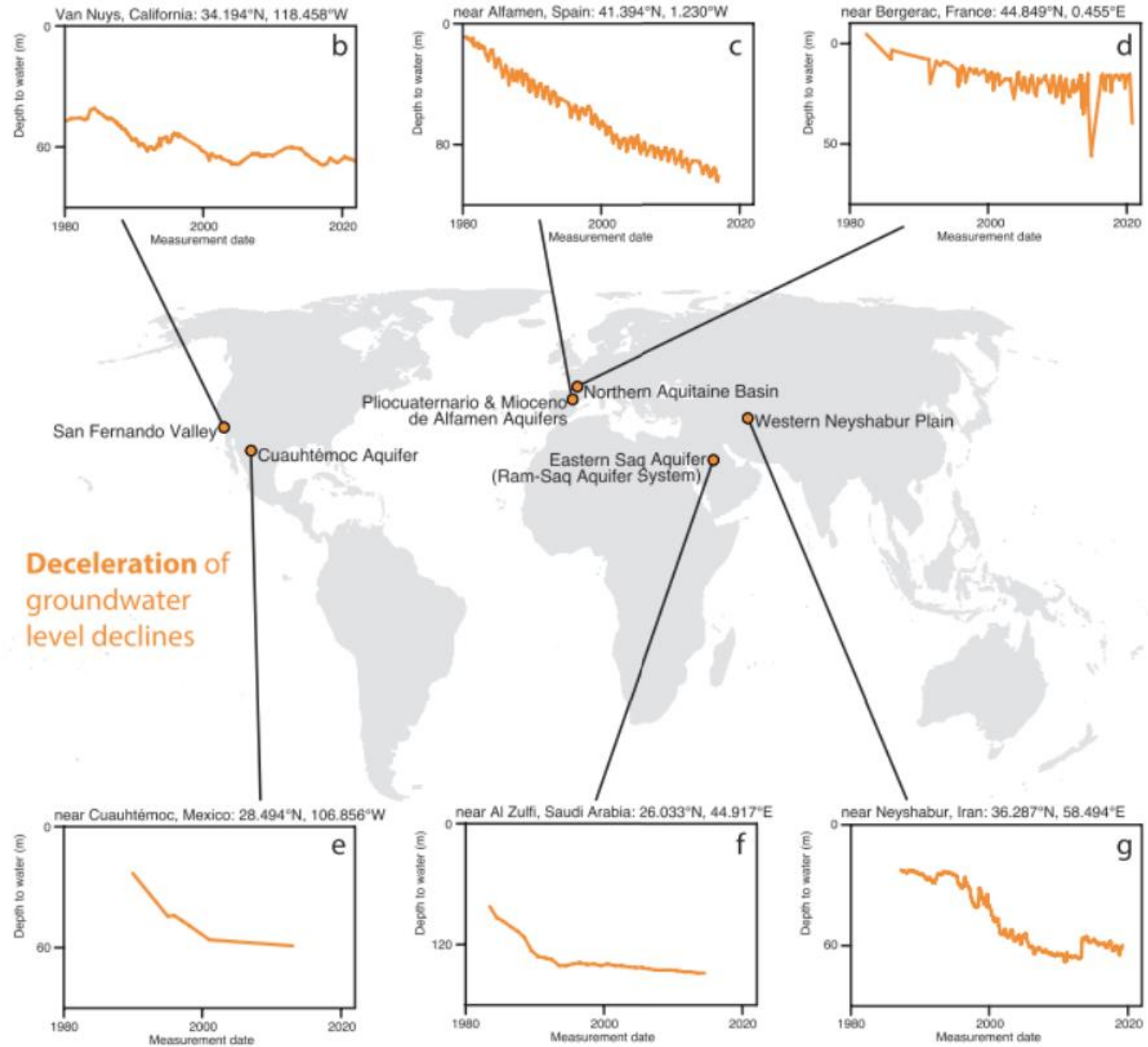
Dati 2021



***esempi di pozzi di monitoraggio individuali che registrano casi in cui i livelli delle acque sotterranee sono diminuiti durante la fine del XX secolo e hanno continuato a diminuire a un ritmo più rapido all'inizio del XXI secolo-***

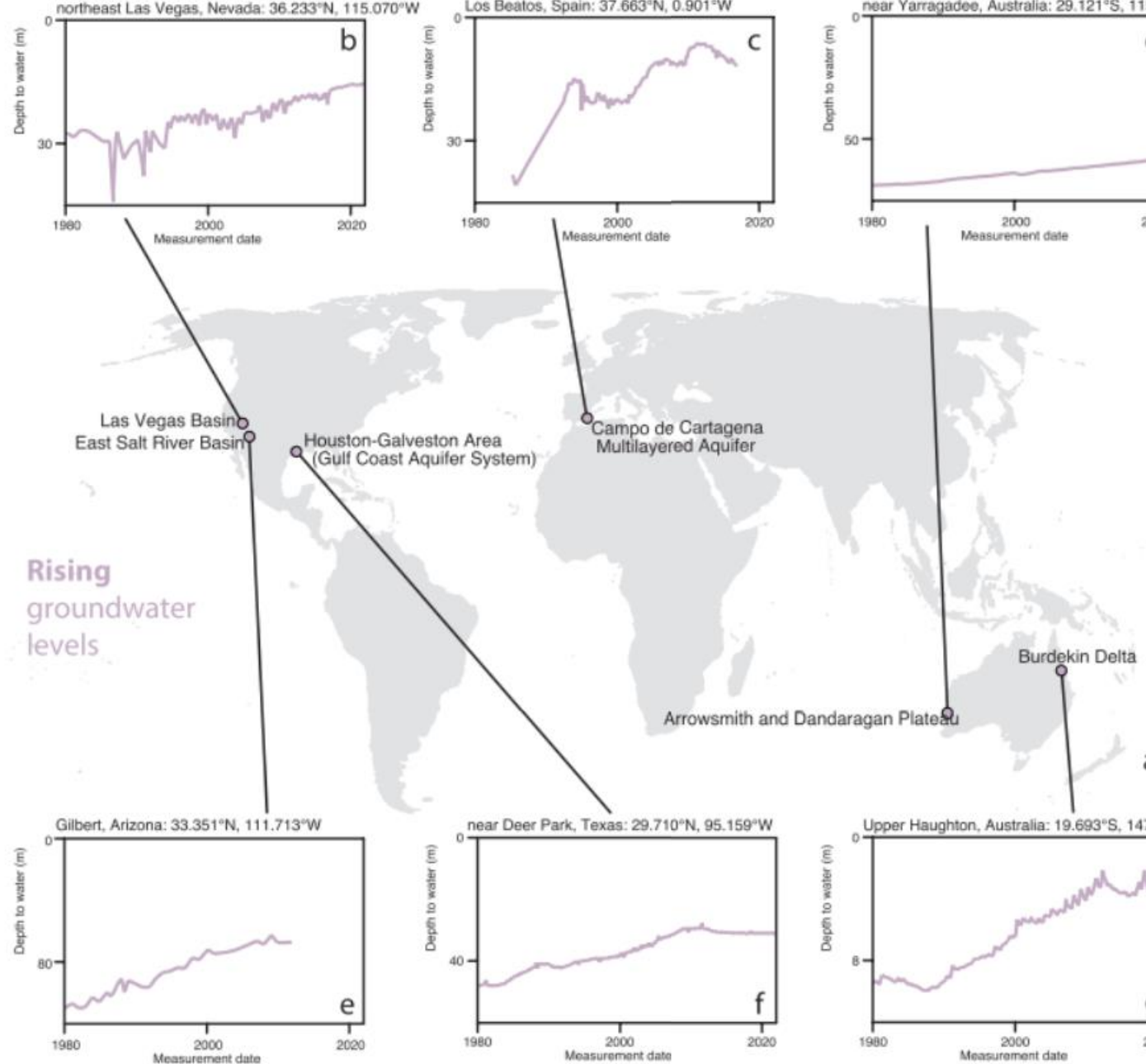


**esempi di pozzi di monitoraggio individuali che registrano casi in cui i livelli delle acque sotterranee sono diminuiti durante la fine del XX secolo e hanno continuato a diminuire, ma a un ritmo più lento, all'inizio del XXI secolo**



I livelli delle acque sotterranee sono aumentati

**esempi di pozzi di monitoraggio individuali che registrano casi in cui i livelli delle acque sotterranee sono aumentati durante la fine del XX secolo e hanno continuato ad aumentare durante l'inizio del XXI secolo.**



---

# LA SITUAZIONE IN PIEMONTE

## **COME STA CAMBIANDO IL CLIMA IN PIEMONTE LE RELATIVE CONSEGUENZE SULLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE**

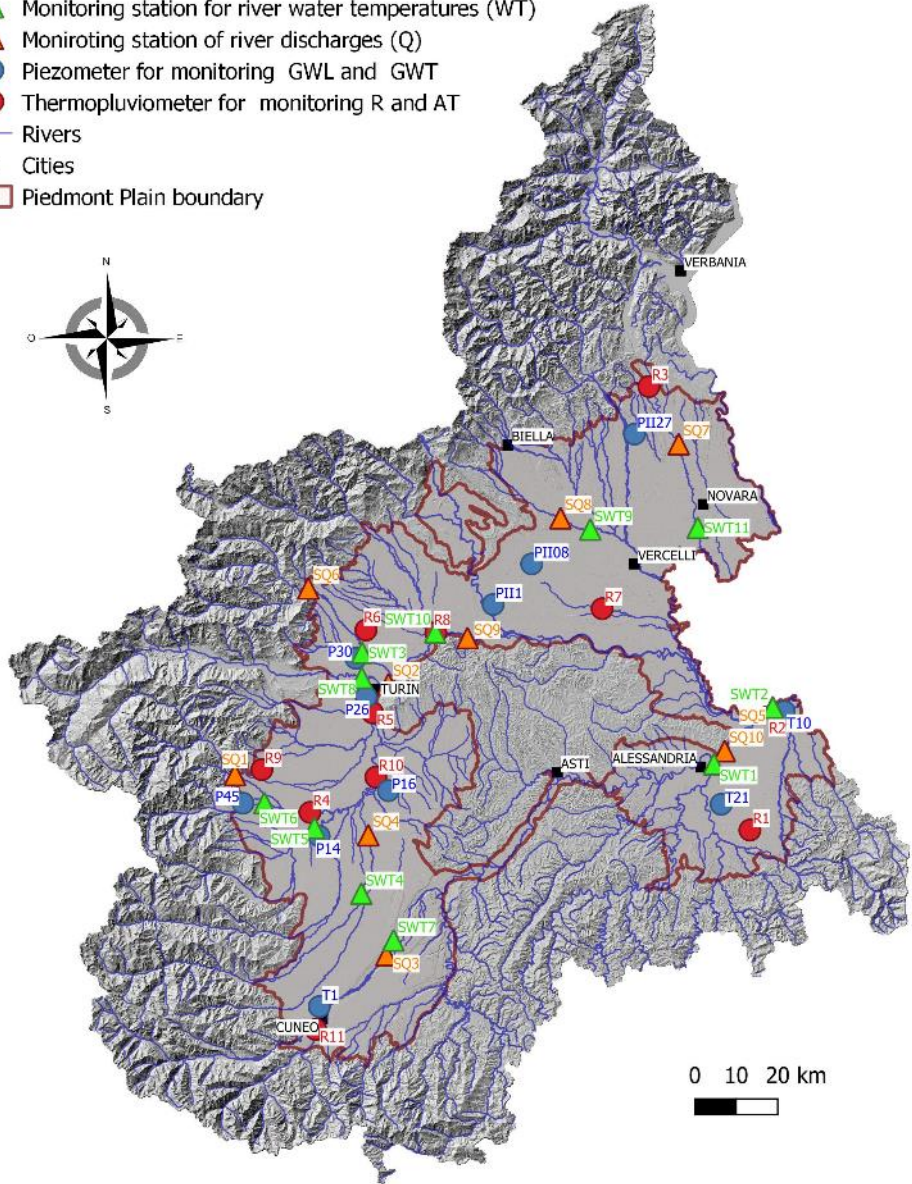
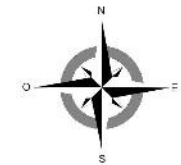
Sono state effettuate diverse analisi statistiche sui dati di monitoraggio delle reti automatiche regionali gestite da ARPA Piemonte.

Periodo di analisi 2002-2022, dati medi annuali e mensili

# DATASET

## LEGEND

- ▲ Monitoring station for river water temperatures (WT)
- ▲ Monitoring station of river discharges (Q)
- Piezometer for monitoring GWL and GWT
- Thermopluviometer for monitoring R and AT
- Rivers
- Cities
- ▭ Piedmont Plain boundary



Susanna Mancini et al. (2023)

### STAZIONI METEO:

10 R serie tempo  
10 AT serie tempo



### PORTATE FIUMI

10 Q serie tempo  
10 WT serie tempo



# PIOGGE



No statistical trend in all R time series

Susanna Mancini et al. (2023)

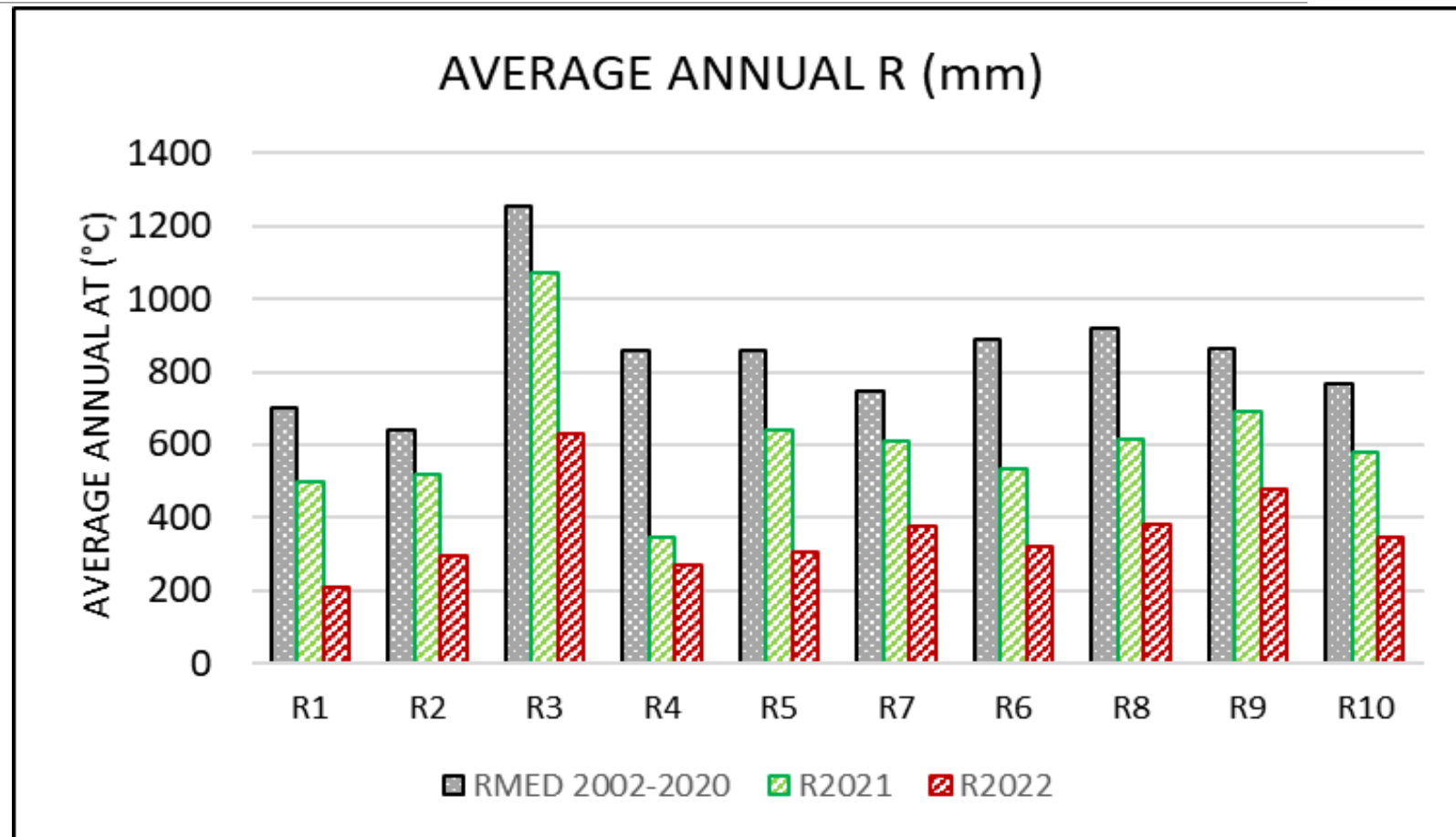
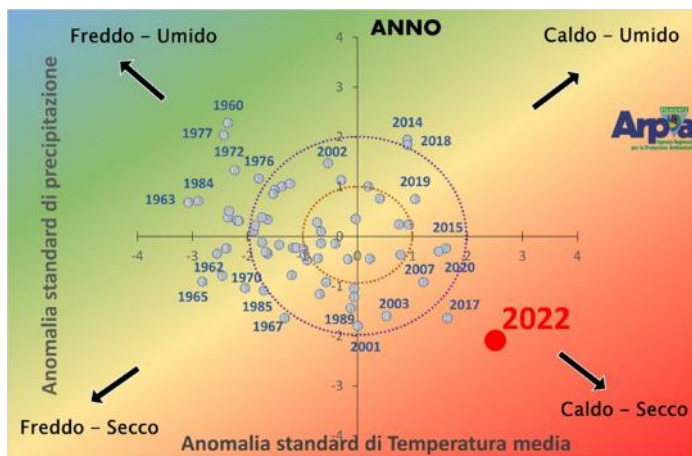
Tuttavia, R nel 2021 (in verde) e nel 2022 (in rosso) forte diminuzione rispetto alla piovosità media (in grigio) del periodo analizzato.

Annual R deficits ranged:

from -19% to -60% (in 2021)

from -45% to -71% (in 2022)

Il 2021 è stato un anno secco. L'anno 2022 è stato uno dei più secchi osservati negli ultimi 65 anni.



# TEMPERATURE DELL'ARIA

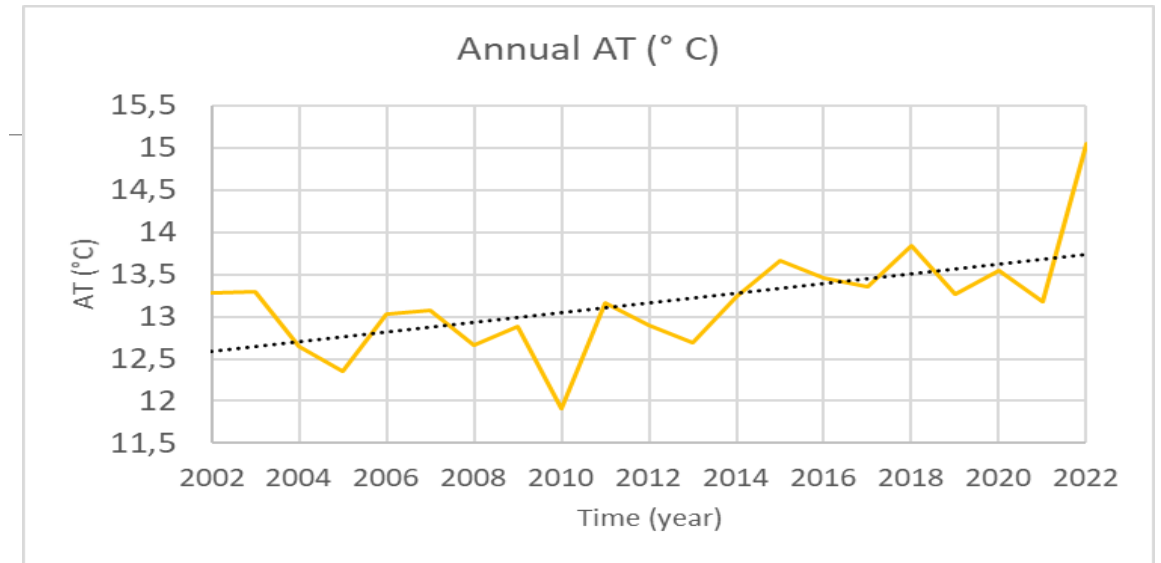
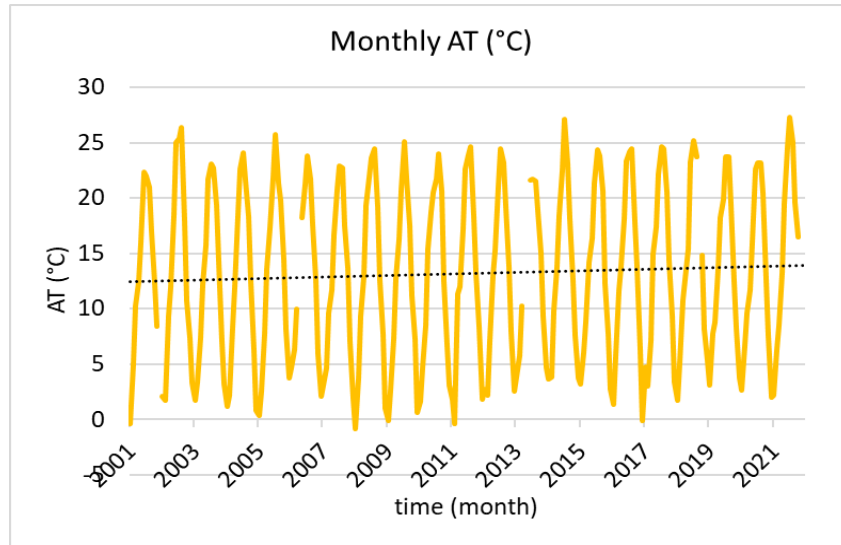


 AT showed an increasing trends.

## AIR TEMPERATURES

Increasing trend in all AT time series

(AT= 0.4 to 1.5 °C in 10 years)



These climatic conditions have created the preconditions for a severe drought in Europe and in Italy. The worst in 500 years.

*Susanna Mancini et al. (2023)*



# NEVE:

# SITUAZIONE NELLE ZONE ALPINE



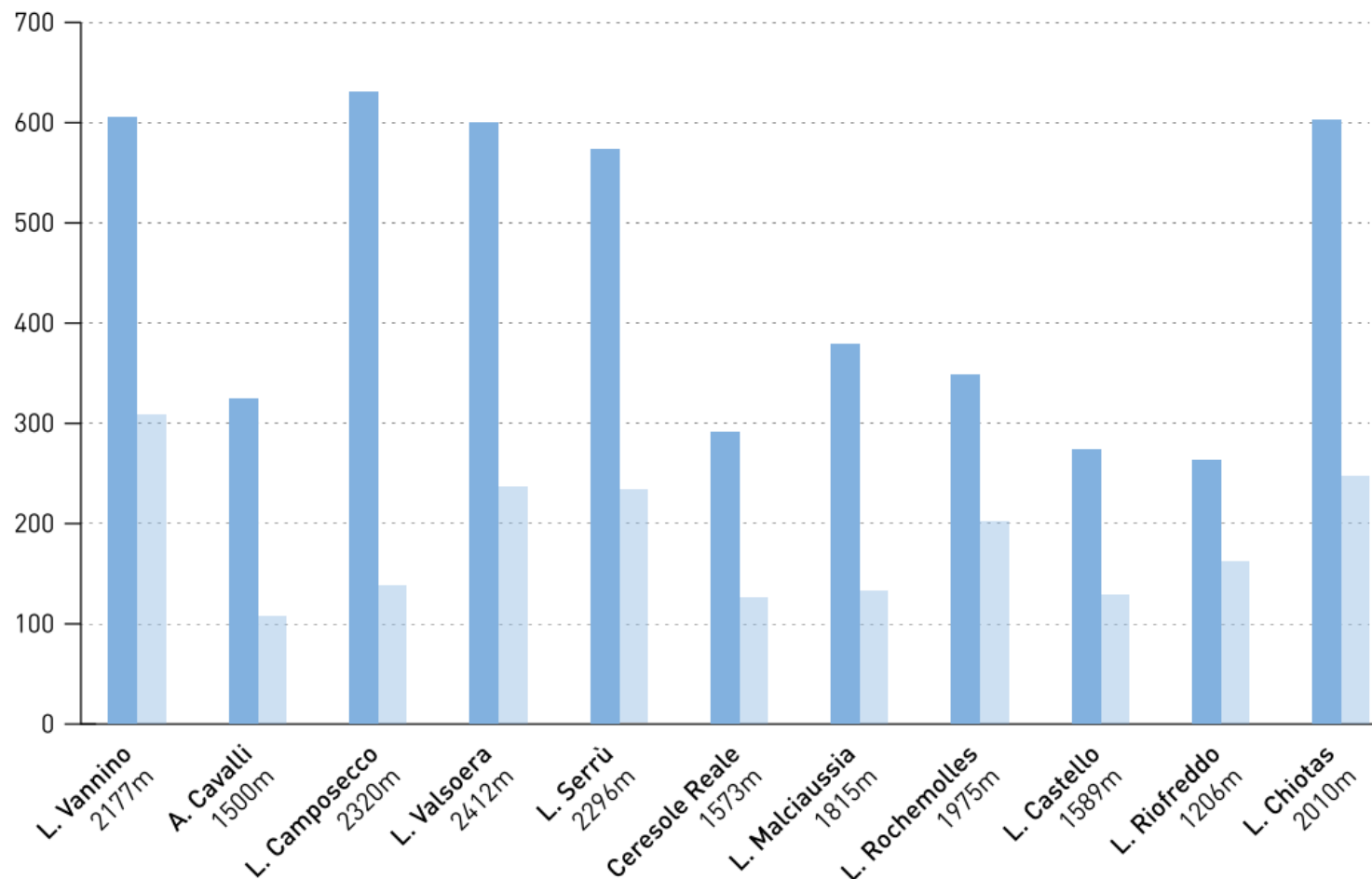
*Publicato il 23/03/2023*

**OSSERVATORIO ANBI RISORSE IDRICHE ITALIA DEL  
NORD SEMPRE PIU' ASSEDIATA DALLA SICCITA': I  
PRIMI CALDI SCIOLGONO ANCHE LE SCARSE  
RISERVE DI NEVE**

Secondo il **Joint Research Centre** (Centro Comune di Ricerca) della Commissione Europea, la quantità di neve caduta sulle Alpi (inverno 2022-23), fino a fine Febbraio, è stimabile in **2,9 miliardi di metri cubi, a fronte di una media storica di mld. Mc 8,7 (deficit del 67% !!)**

# NEVE: SITUAZIONE IN PIEMONTE

Neve fresca cumulata  
(2022)



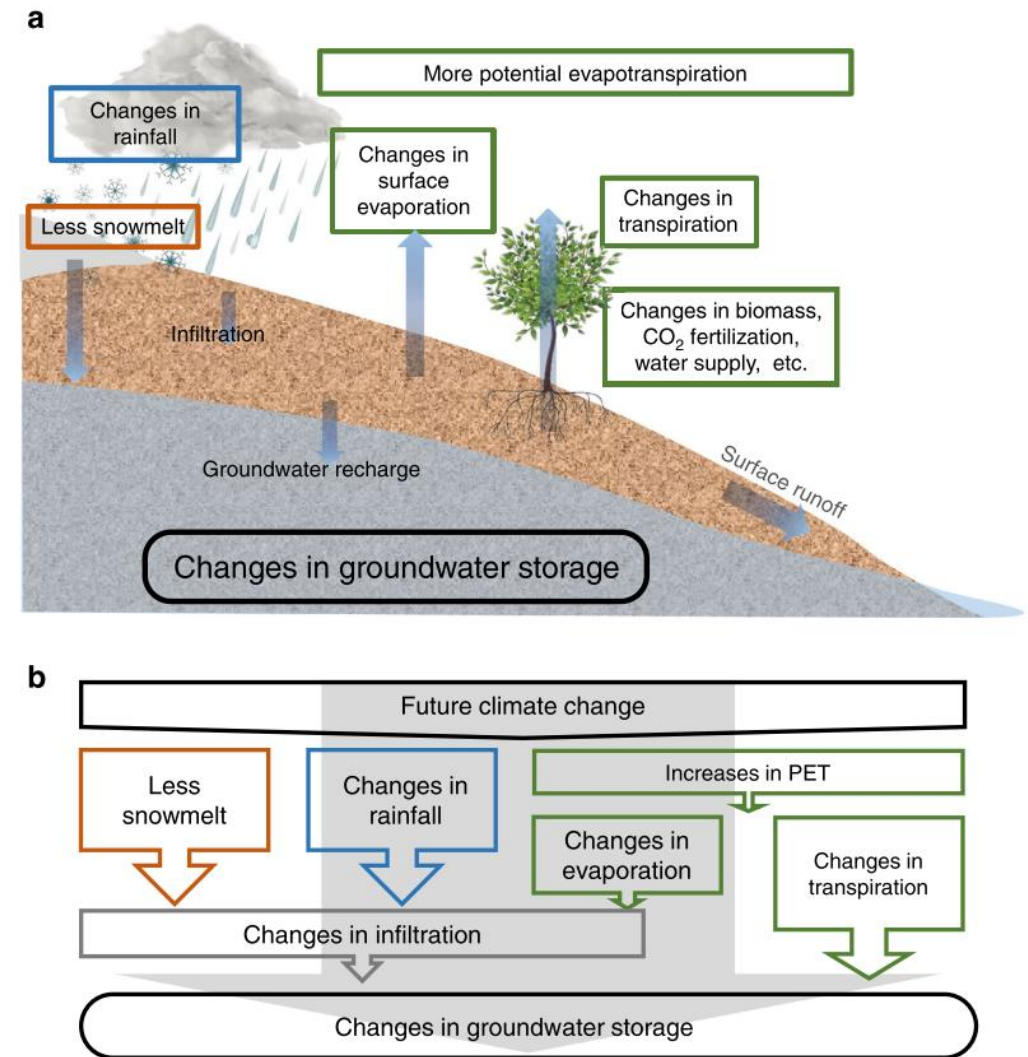
Il deficit 2022 è stato dell'ordine dei **-40/-60%** in generale in tutti i settori, sia alle quote più elevate che a quelle più basse e in singoli casi si sono raggiunti valori record di quasi **-80%**

Valori di neve fresca cumulata media dal 1° gennaio al 31 dicembre per il periodo 1981-2020 in blu, in azzurro chiaro il valore del 2022.

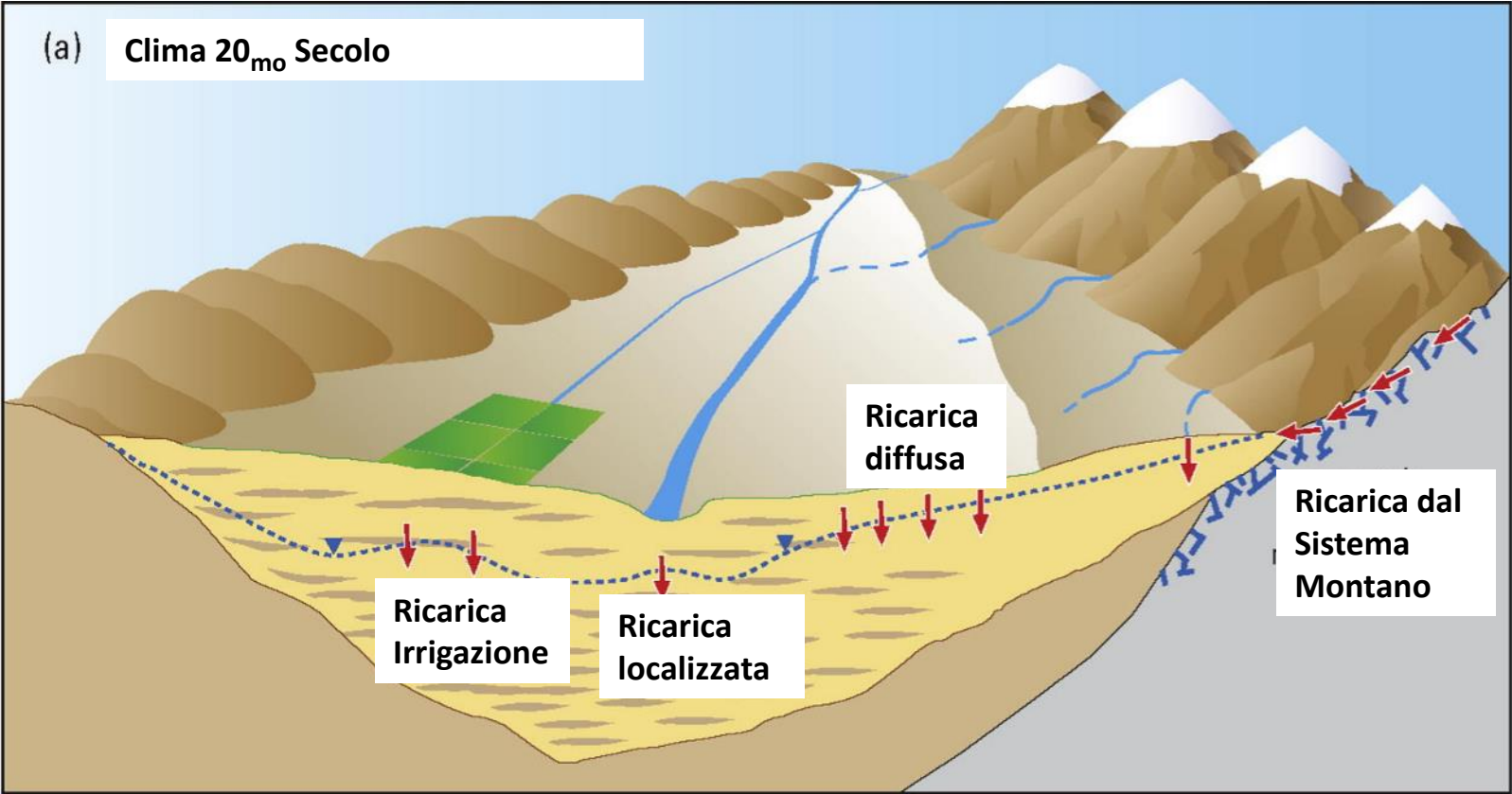
(ARPA PIEMONTE RELAZIONE SULLO STATO DELL'AMBIENTE IN PIEMONTE 2023)

# IN GENERALE POSSIAMO ASPETTARCI PER LE ACQUE SOTTERRANEE UNA DIMINUZIONE GENERALIZZATA DELLA RICARICA DEGLI ACQUIFERI

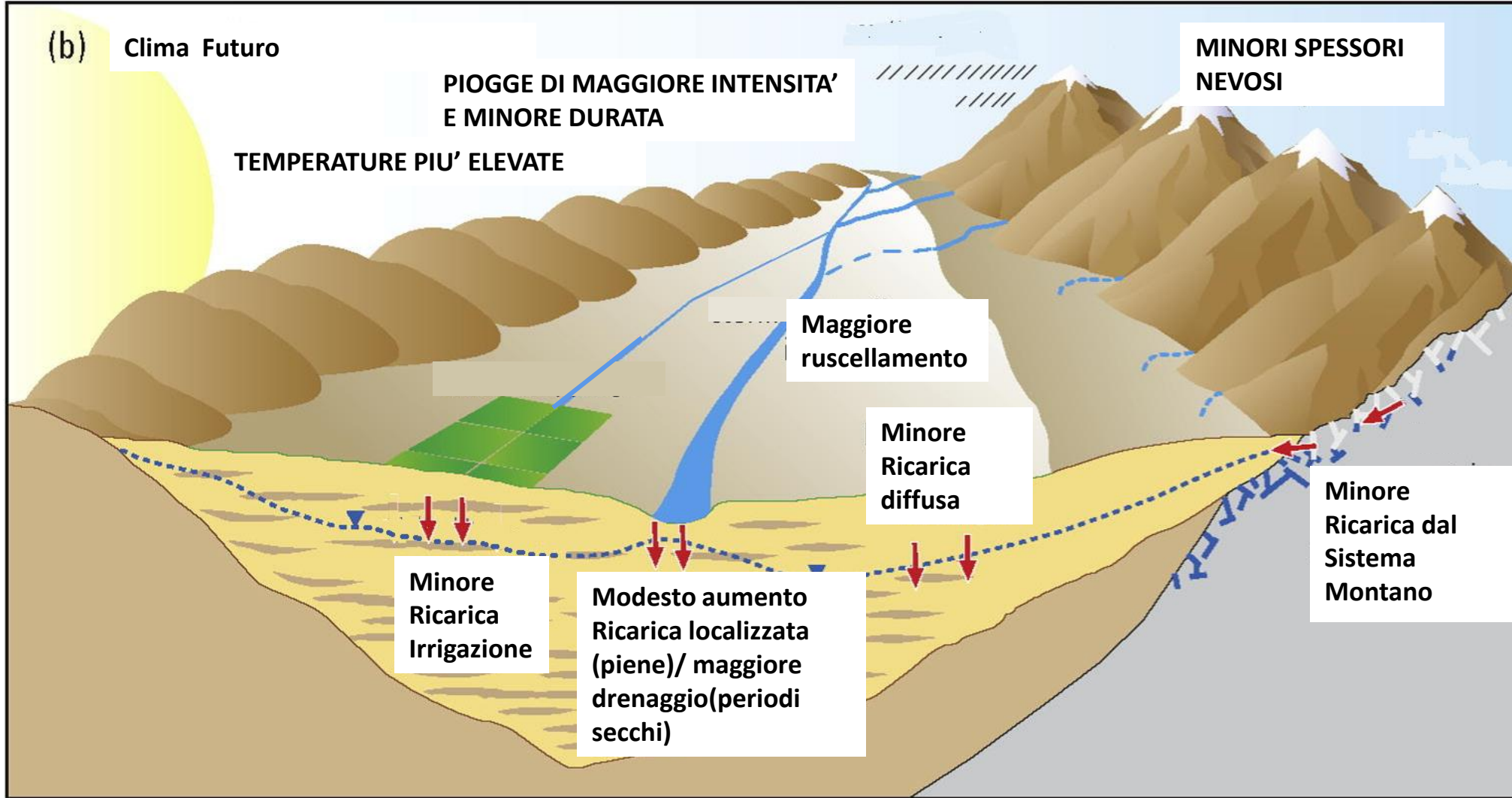
**La Fig. illustra la complessa interazione tra le acque sotterranee e le componenti del sistema climatico. Direttamente, i cambiamenti nelle precipitazioni (quantità, tempi e forma), evaporazione, traspirazione e, indirettamente, estrazione, influenzano il sistema delle acque sotterranee**



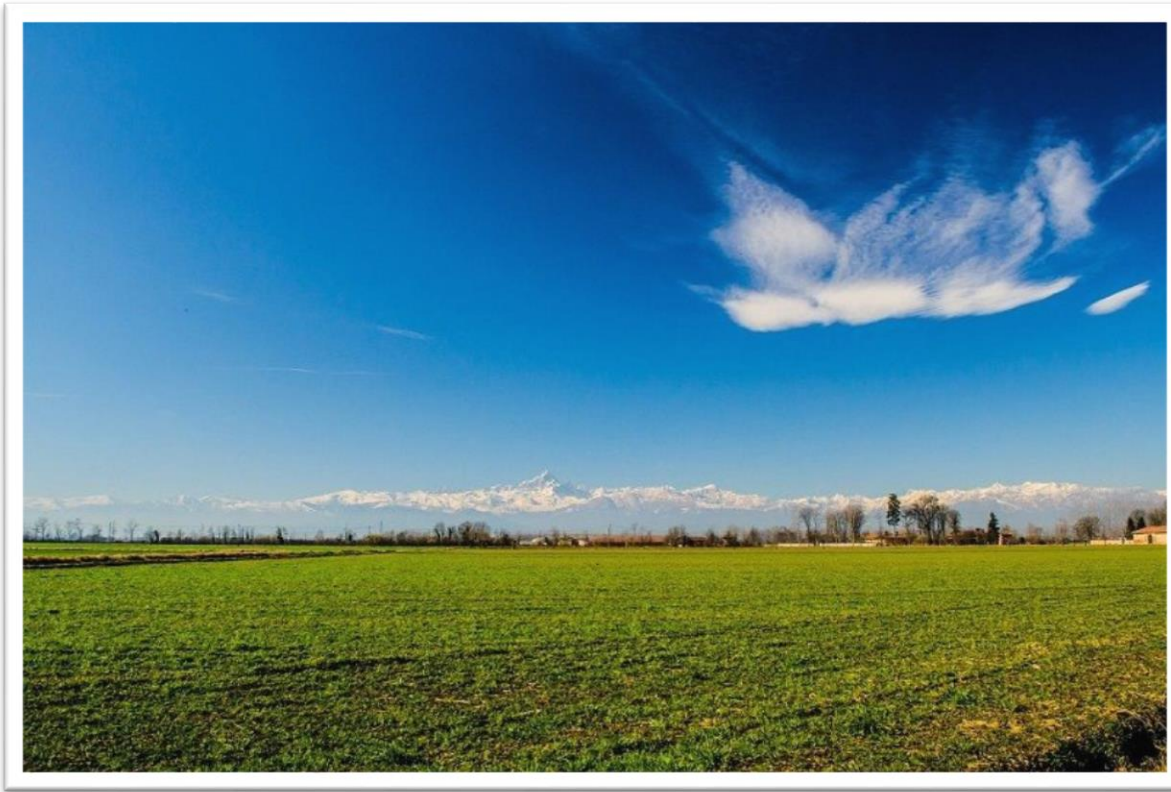
ZONE DI PIANURA: COSA PUO' SUCCEDERE



a



# LE VARIAZIONI DELLE ACQUE SOTTERRANEE A CUI STIAMO ASSISTENDO IN PIEMONTE NELLE ZONE DI PIANURA



# QUADRO IDROGEOLOGICO DEL PIEMONTE

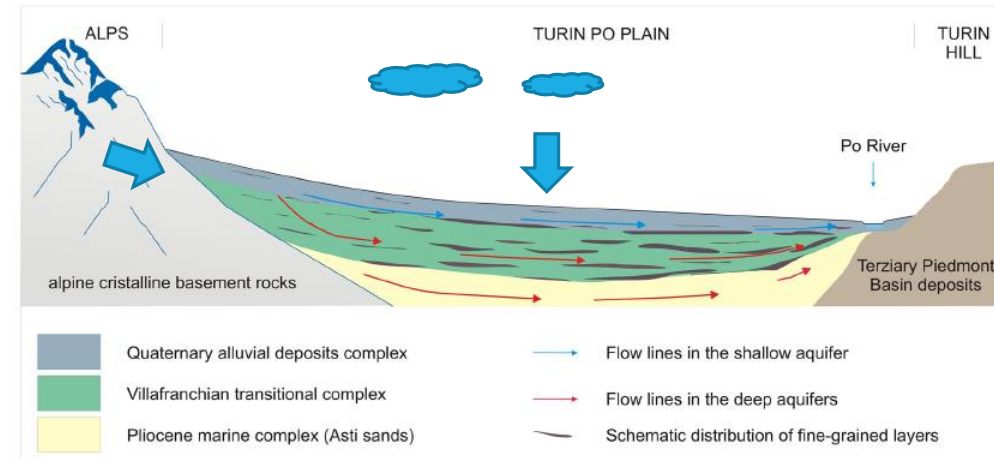
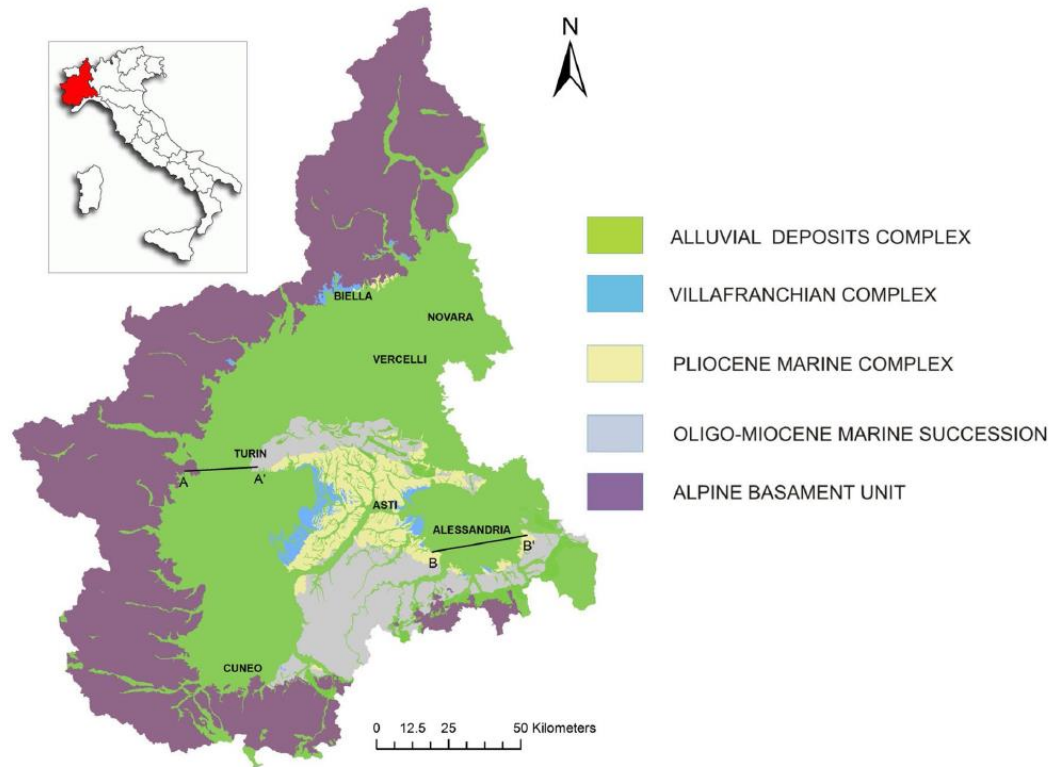


Fig. 2 Simplified cross-section of the Turin Po plain, with the indication of the main hydrogeological complexes

La Pianura piemontese è la parte più occidentale della Pianura Padana, copre oltre 20% del territorio regionale (circa 5000 km<sup>2</sup>) ed è il più grande e importante bacino di GW della regione.

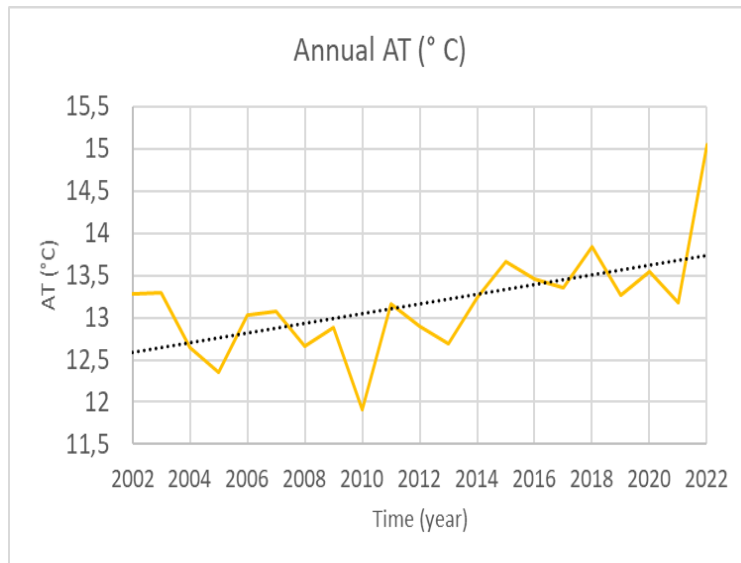
# TEMPERATURA DELLE ACQUE FALDA SUPERFICIALE E FIUMI



GWT e WT hanno mostrato un trend in aumento.

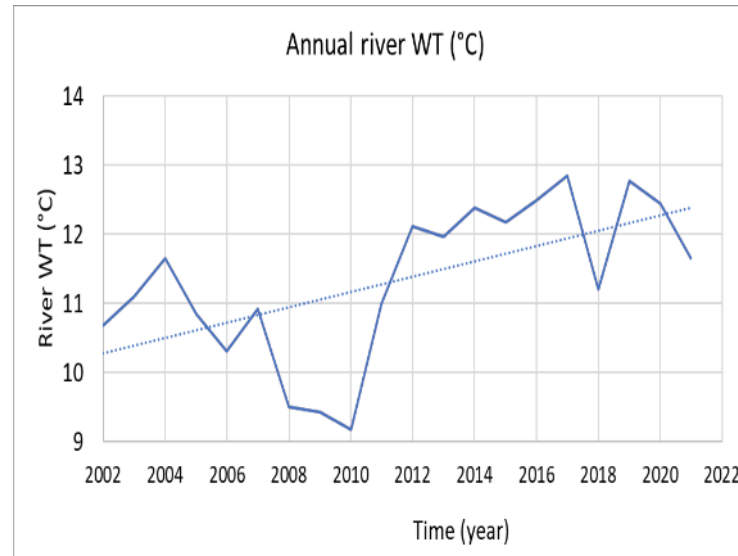
## AIR TEMPERATURES

Increasing trend in all AT time series  
(AT= 0,4 to 1,5 °C in 10 years)



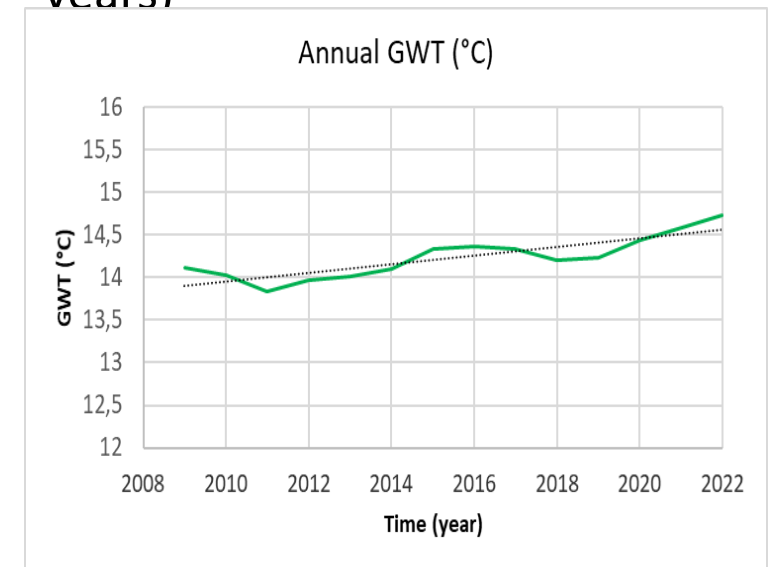
## RIVER WATER TEMPERATURES

Increasing trend in all WT time series  
(AT= 0,6 to 1,4 °C in 10 years)



## GW TEMPERATURES

Increasing trend in 90% of GWL  
time series (T= 0,2 - 0,7 °C in 10  
years)



*Susanna Mancini et al. (2023)*

Le acque sotterranee sono più resistenti dell'aria e dell'acqua superficiale ai cambiamenti di temperatura

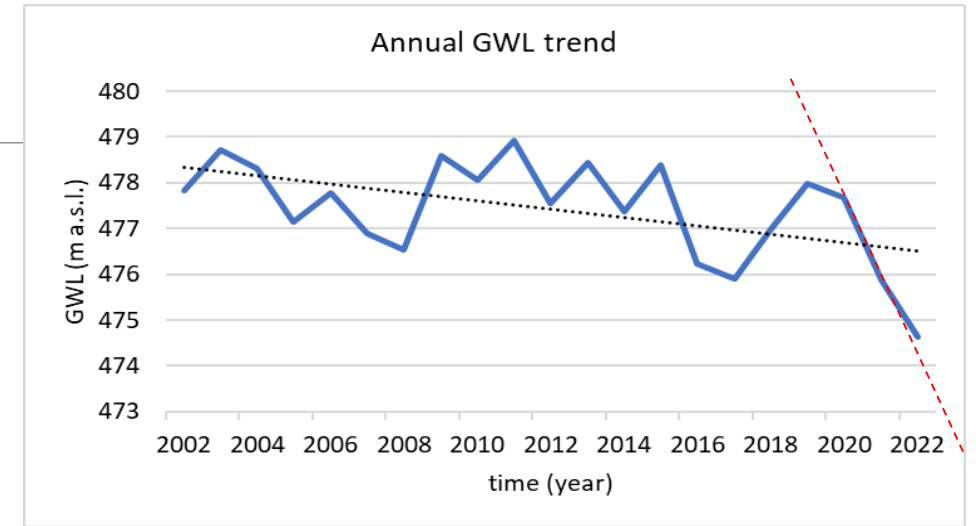
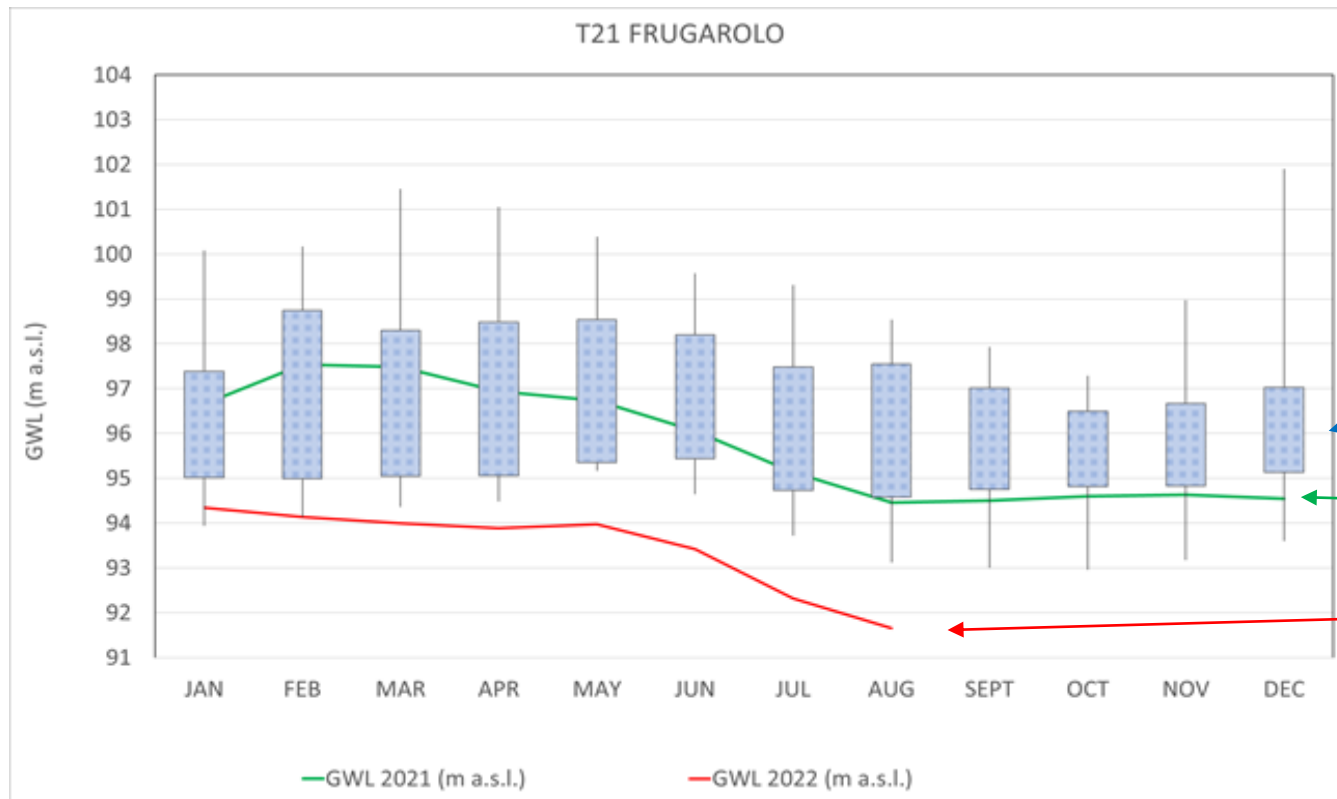


# LIVELLI PIEZOMETRICI ACQUIFERO SUPERFICIALE



Trend decrescente nell'80% delle serie temporali GWL (GWL= da -0,2 a -1,3 m in 20 anni – 3-4 metri negli ultimi 3 anni)

GWL of 2022 was the lowest of the whole study period



monthly average GWL fluctuation in the 2002-2020 period

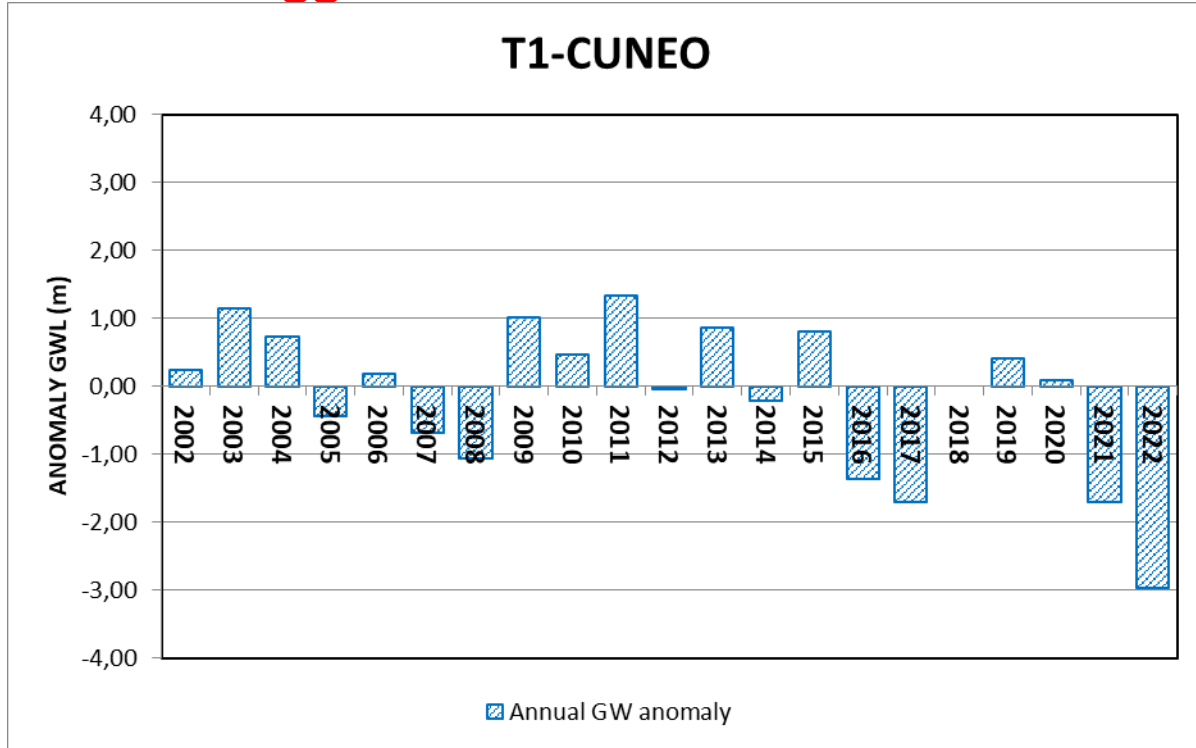
monthly GWL of 2021

monthly GWL of 2022

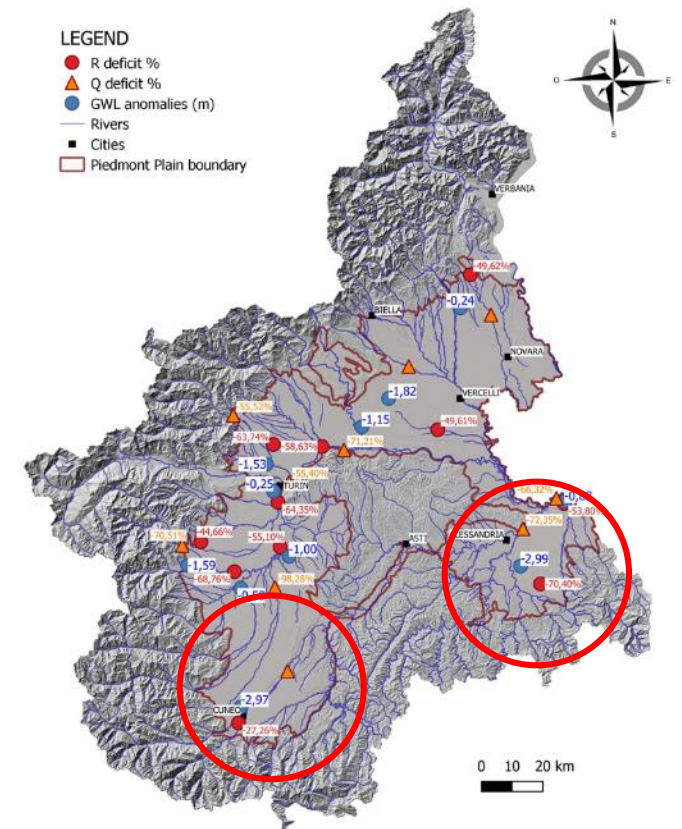
*Susanna Mancini et al. (2023)*

# GROUNDWATER LEVELS

Nel 2022 è stata osservata un'anomalia annuale negativa in quasi tutti i pozzi di monitoraggio

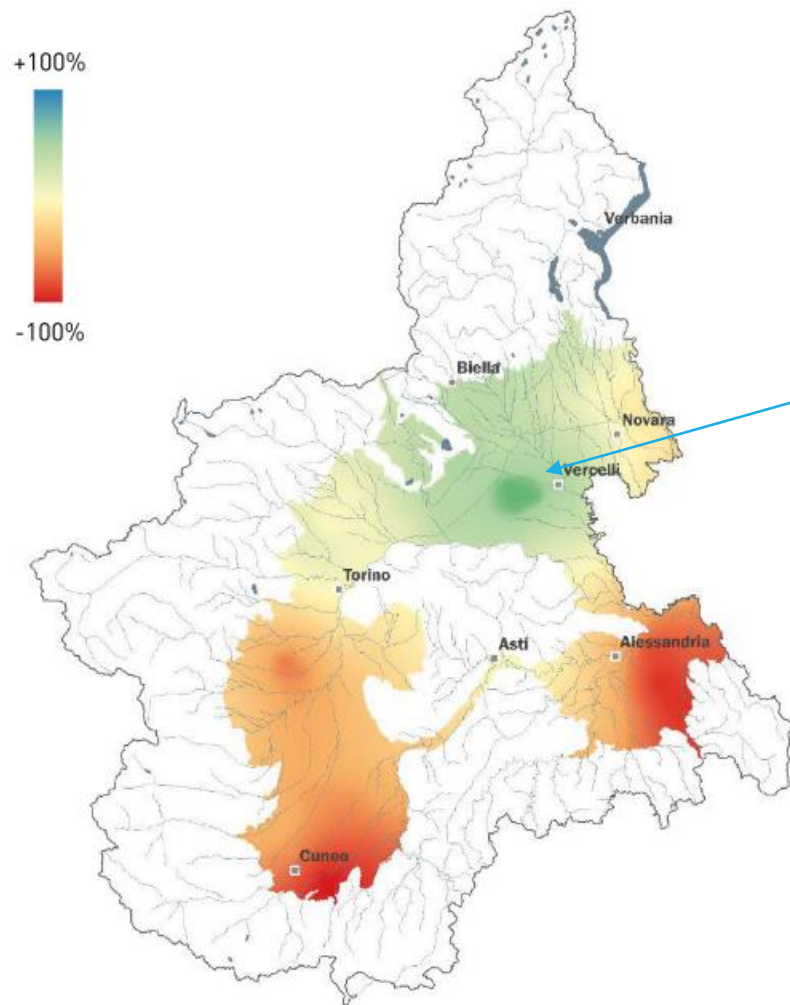


Anomaly analysis highlighted the highest deviation of GWL from the reference value up to -3 m for yearly data, and more than -6 m for monthly data.



Susanna Mancini et al. (2023)

The analyses allow us to detect the most critical areas for GW in Piedmont Plain (Cuneo and Alessandria plains) in 2022

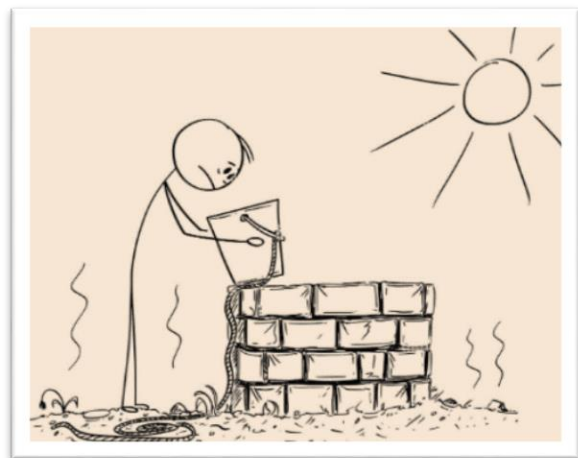


Possibile Effetto positivo dell'irrigazione per sommersione

Differenza percentuale tra la soggiacenza media del 2022 dell'acquifero superficiale e quella dell'anno medio storico ricavato dal periodo 2005-2021  
(ARPA PIEMONTE RELAZIONE SULLO STATO DELL'AMBIENTE IN PIEMONTE 2023)

# CONSEGUENZE DELL'ABBASSAMENTO DEI LIVELLI DI FALDA

1) numerosi pozzi superficiali poco profondi si sono «seccati»



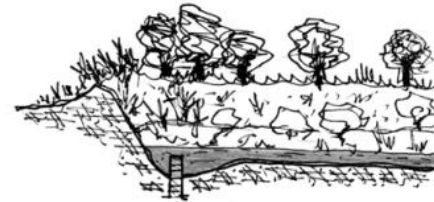
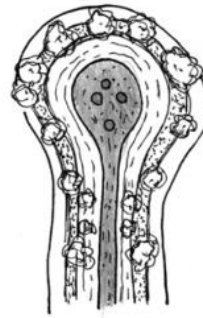
## Messaggero

**Giù la falda, pozzi a secco**

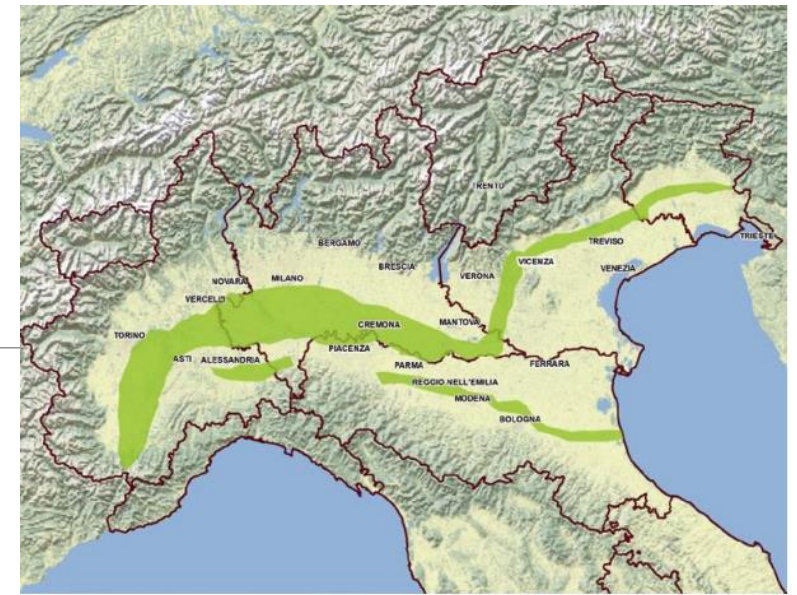
Il Comune in soccorso

L'acquedotto non passa, famiglie in grave difficoltà in attesa di pescare l'acqua a maggiore profondità

2) Alterazioni della portata/scomparsa dei fontanili (sorgenti tipiche della Pianura Padana, oasi di biodiversità e importante risorsa per il territorio).



Schema di un fontanile



*Fascia dei fontanili*

# Fontanile Ulè (Vigone - Turin Plain)



July 2017

*Domenico Antonio De Luca - 6 febbraio 2024*

May 2022

### 3) Diminuzione della portata dei corsi d'acqua



2002-2022 NO trend statisticamente significativo

Tuttavia, a causa del deficit di precipitazioni, le Q nel 2021 e nel 2022 sono state critiche.

Nel 2022 il deficit annuale del deflusso dei fiumi variava da -55% fino a -100%

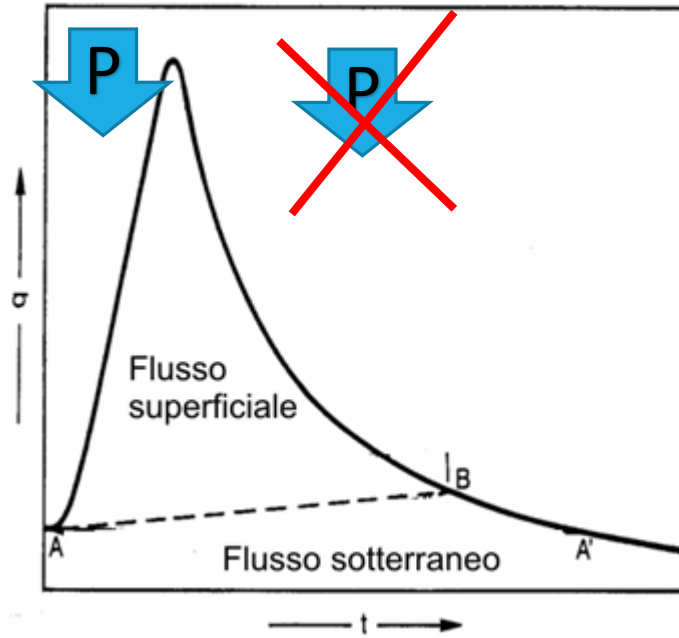


*Fiume Po Gennaio 2022*

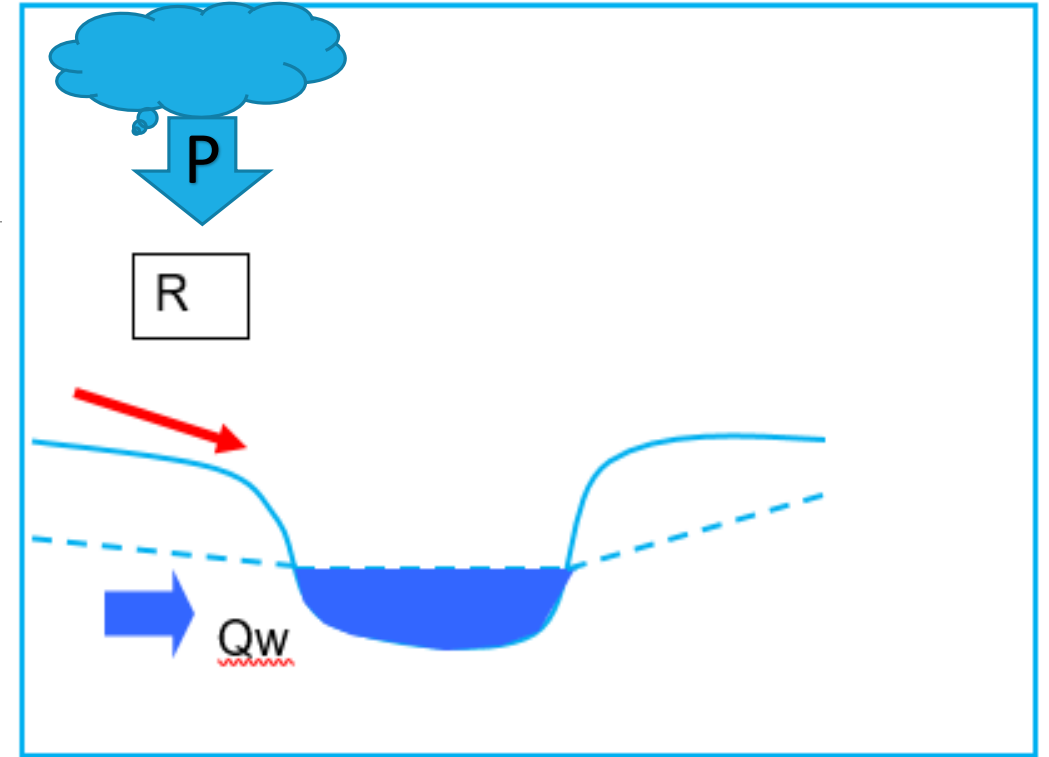
## Diminuzione della portata dei corsi d'acqua

La portata di un corso d'acqua deriva

- in parte dall'alimentazione della falda  $Q_w$
- in parte del ruscellamento  $R$  conseguente alle piogge



*Diagramma portata – tempo: separazione alimentazione da ruscellamento superficiale e da flusso sotterraneo*



*P: Piogge*

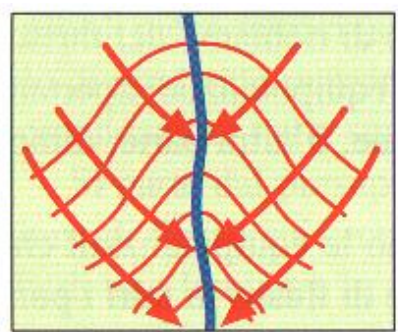
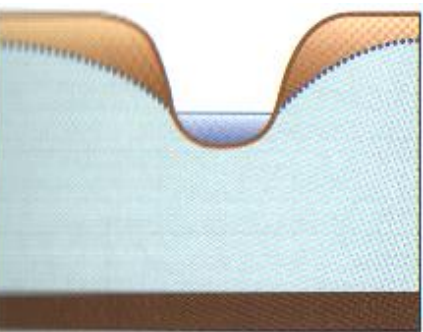
*R: Ruscellamento*

*Q<sub>w</sub>: alimentazione da parte falda sotterranea*

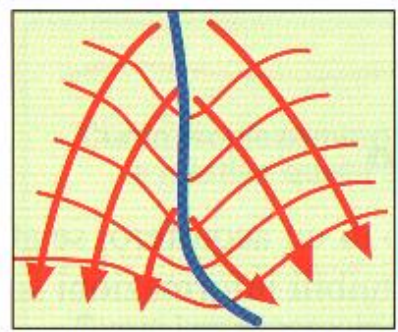
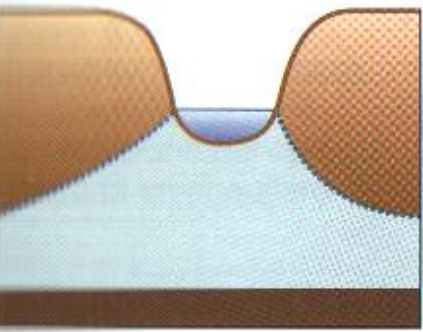


# RAPPORTO FALDA - CORSI D'ACQUA

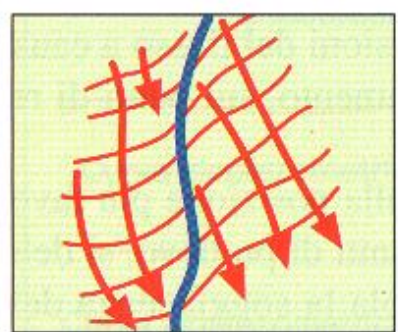
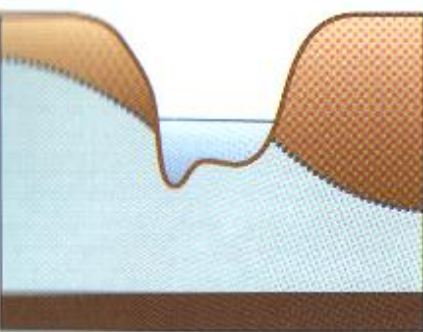
Corsi d'acqua connessi con la falda



DRENANTI

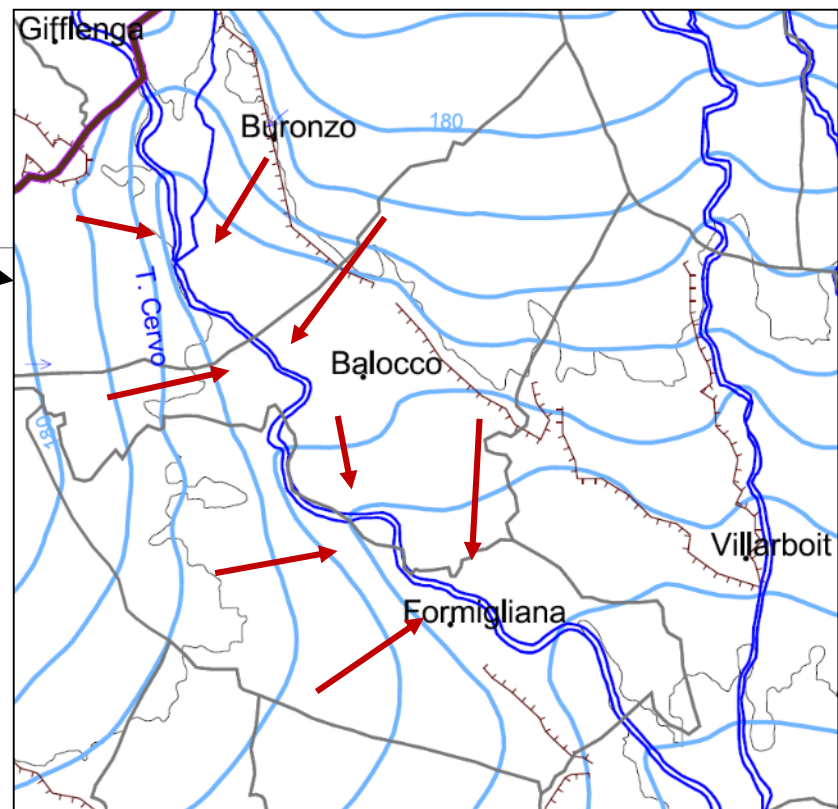
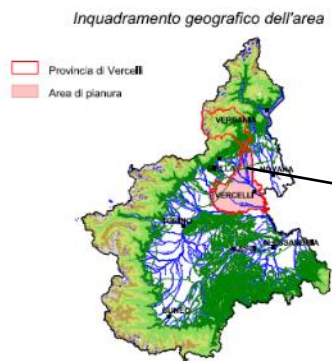


ALIMENTANTI



A/D

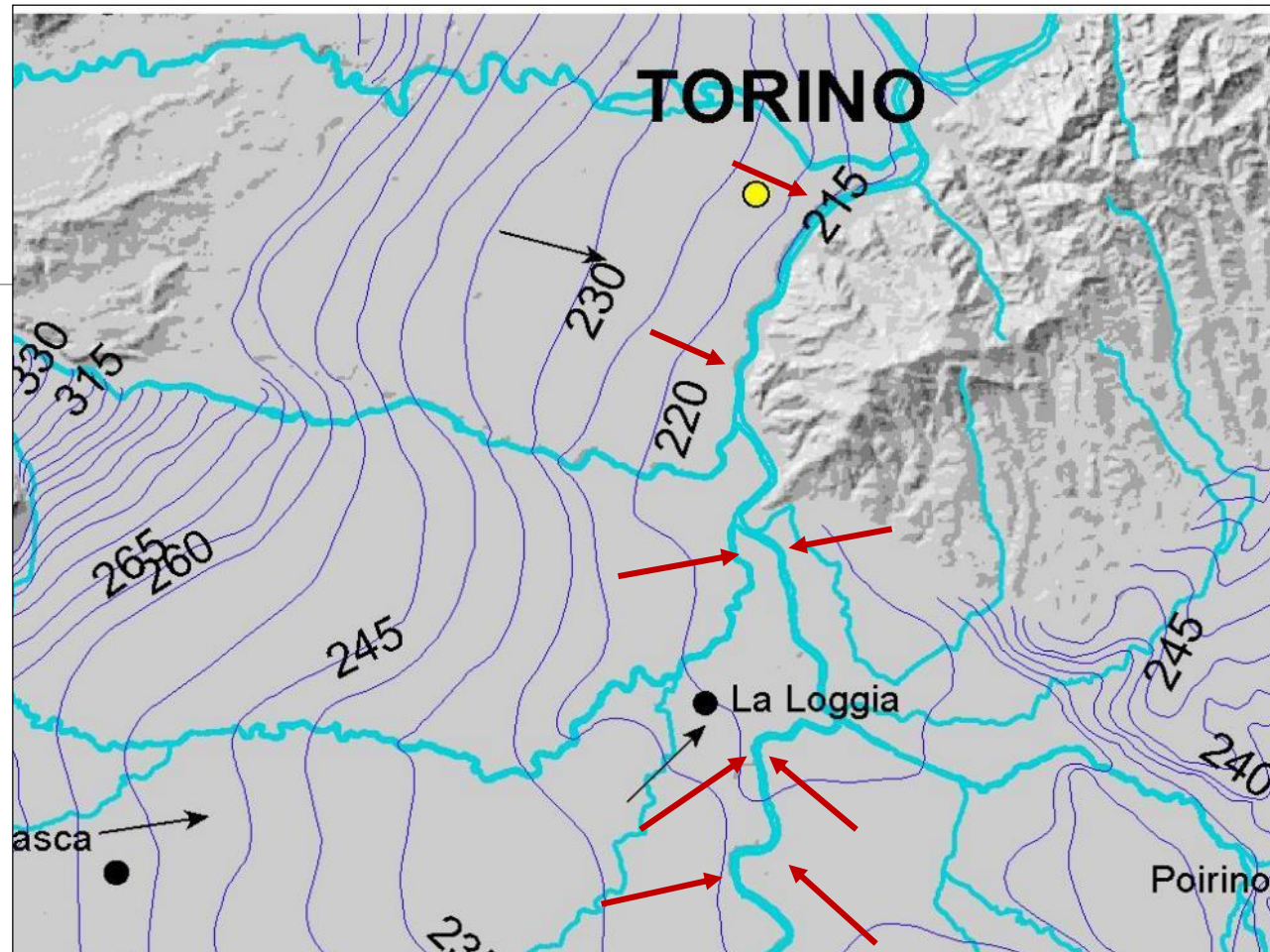




*Esempio: azione marcatamente drenante del fiume Cerro (De Luca et al, 2005)*

Inquadramento geografico dell'area

- Provincia di Vercelli
- Area di pianura



*Esempio: azione marcatamente drenante del fiume PO*

# LE MODIFICHE SULLE ACQUE SOTTERRANEE A CUI STIAMO ASSISTENDO NELLE ZONE MONTANE ALPINE

---



# Impoverimento della portata di molte sorgenti nelle aree alpine



Po spring – summer 2022

## **Siccità, il Piemonte è rimasto a secco**

**CLIMA.** La regione ai piedi delle montagne più alte è sempre più arida. La metà del territorio è in crisi idrica e siamo ancora in inverno. Non è emergenza, ormai è la normalità

quotidiano comunista  
**il manifesto**

**16 MARZO 2023**

## **IN MOLTI PICCOLI COMUNI MONTANI e PEDEMONTANI già a tardo inverno è spuntata l'autobotte e sono iniziati razionamenti**

**Provincia di Novara** Armeno

**provincia del Verbano-Cusio- Ossola** Cannero

Riviera, Piedimulera, Pieve Vergonte , San Bernardino  
Verbano...

**provincia di Biella** Pettinengo, Strona, Valdilana  
Soprana e Zumaglia..

**provincia di Cuneo**, (ha il maggior numero di centri in crisi) Demonte, Moiola, Roccabruna, Macra, Isasca, Venasca, Brossasco, Melle, Peveragno e Perlo....

Siccità, in provincia di Cuneo la metà dei paesi in emergenza.

13/01/2023

## È già emergenza idrica, nelle valli acquedotti riforniti con autocisterne

Per gli acquedotti è già estate, tanto che l'Acda (Azienda cuneese dell'acqua) sta già provvedendo ad alimentare alcune vasche di presa con autobotti. I Comuni con criticità su parte significativa dell'abitato, riempimento serbatoi con autocisterne sono **Brondello, Lisio, Nucetto, Pagno, Perlo, Roccabruna, Rossana e Viola.**

I Comuni con criticità limitate a modeste estensioni territoriali, alle frazioni o alle borgate per consistente diminuzione delle risorse idriche (riempimento serbatoi secondari con autobotti o altri interventi) sono **Bernezzo, Brossasco, Celle di Macra, Cervasca, Demonte, Garessio, Lesegno, Macra, Marmora, Melle, Moiola, Monterosso Grana, Ormea, Pamparato, Piasco, Pietraporzio, Roccasparvera, Sampeyre, San Damiano Macra, Sanfront, Stroppio, Valmala, Venasca e Villar San Costanzo.**

I Comuni con livello di attenzione elevato e con possibili criticità a breve sono **Acceglio, Argentera, Borgo San Dalmazzo, Boves, Caraglio, Cartignano, Castellar, Ceva, Chiusa Pesio, Costigliole Saluzzo, Dronero, Frabosa Sottana, Frassinò, Gaiola, Montemale di Cuneo, Peveragno, Pianfei, Pradleves, Prazzo, Rittana, Roaschia e Sanfré.**



## COSA POTREBBE ANCORA SUCCEDERE IN FUTURO ?





# IL FUTURO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO ALLE NOSTRE LATITUDINI

In generale, la maggior parte degli studi prevede

- **temperature più elevate** determinino un aumento dell'evaporazione e dell'evapotraspirazione (ET) (anche se per alcuni autori un aumento simultaneo in umidità e CO2 potrebbero contrastare l'effetto della temperatura e lasciare ET invariato in un clima di riscaldamento)

- **lunghi periodi di siccità**

- **precipitazioni di più elevata intensità e per periodi più brevi**

  - aumenteranno di intensità in molti luoghi: aumento del deflusso superficiale e diminuzione dell'infiltrazione

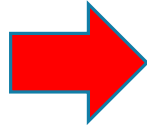
- **neve: diminuzione**

Specialmente nei climi temperati la parte delle precipitazioni che cadono sotto forma di neve diminuisca

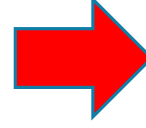
Questa minore quantità di neve si scioglierà più rapidamente, portando a un deflusso superficiale medio annuo più elevato.

# Principali cause/conseguenze dell'alterazione dello stato quantitativo delle falde

1. DIMINUIZIONE DELLA RICARICA
2. AUMENTO DEI PRELIEVI DA POZZI
3. AUMENTO DRENAGGIO CORSI D'ACQUA



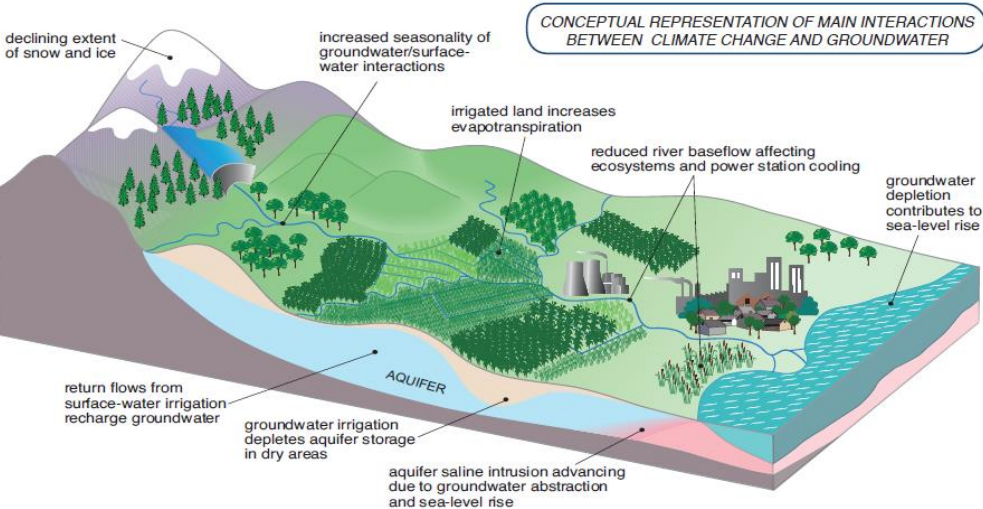
ABBASSAMENTO DEL LIVELLO DI FALDA SUPERFICIALE + DIMINUIZIONE DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA NEGLI AMMASSI ROCCIOSI



## Principali Conseguenze (ESCLUSIVE O CONCAUSE)

- **POZZI SECCHI**
- **DIMINUIZIONE PORTATA/DISSECCAMENTO SORGENTI E FONTANILI**
- **DIMINUIZIONE PORTATA CORSI D'ACQUA**
- **ABBASSAMENTO DEL LIVELLO NEI LAGHI**
- **RIDUZIONE DI AREE UMIDE**
- **INGRESSIONE MARINA**
- **SUBSIDENZA**

Non in Piemonte



# GESTIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE PER L'ADATTAMENTO E MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI DELLA CRISI IDRICA

---

*ALCUNE CONSIDERAZIONI (NON ESAUSTIVE)*

## 1- INDIVIDUARE QUALI SONO LE RISORSE SOTTERRANEE SFRUTTABILI.

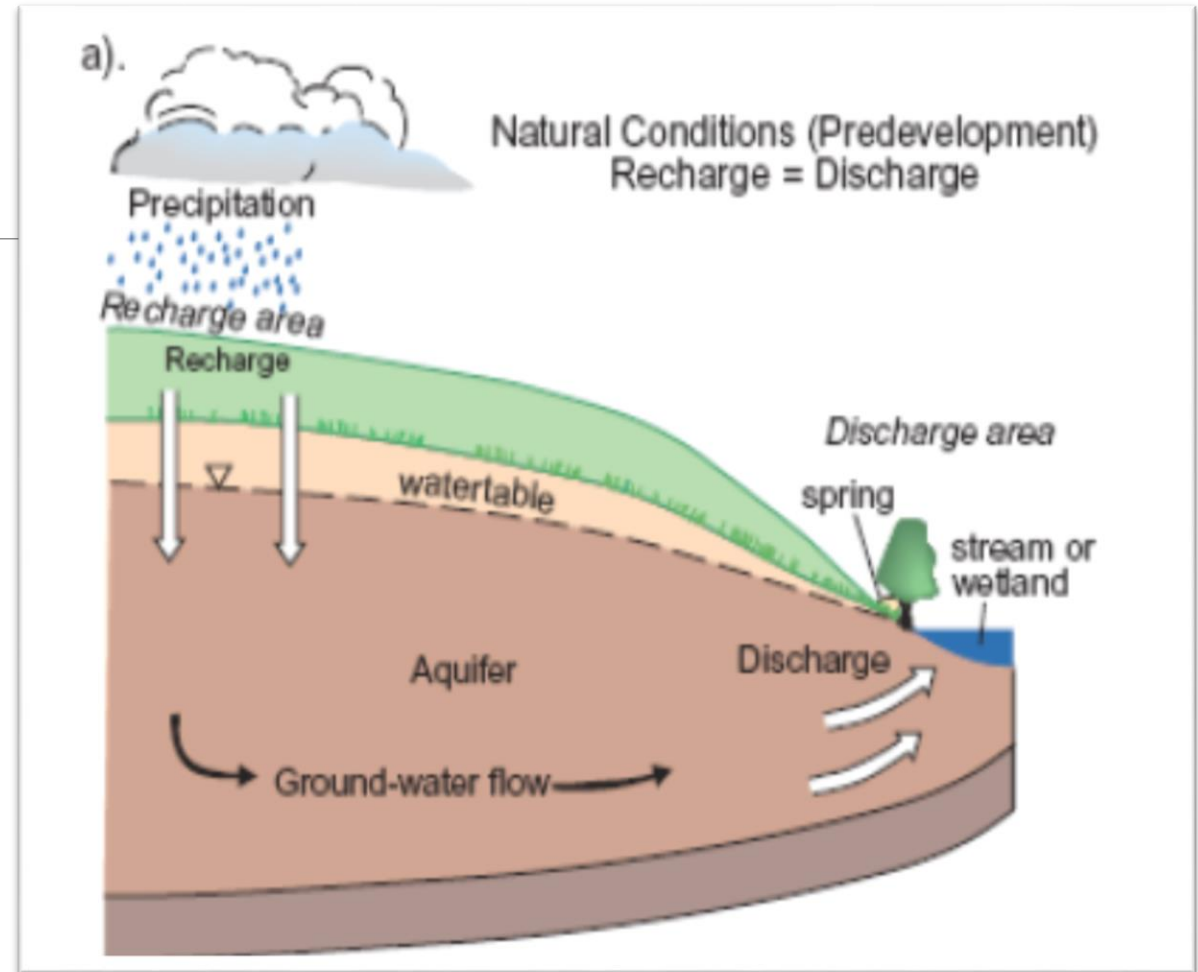
### IL PRELIEVO SOSTENIBILE

Il **prelievo sostenibile (safe yield)** delle acque sotterranee è quello che si raggiunge attraverso il mantenimento e la protezione delle risorse idriche sotterranee in equilibrio con i benefici economici, ambientali e sociali (Hiscock et al., 2002).



## Cosa si intende per “Water budget myth” (mito del bilancio idrico)?

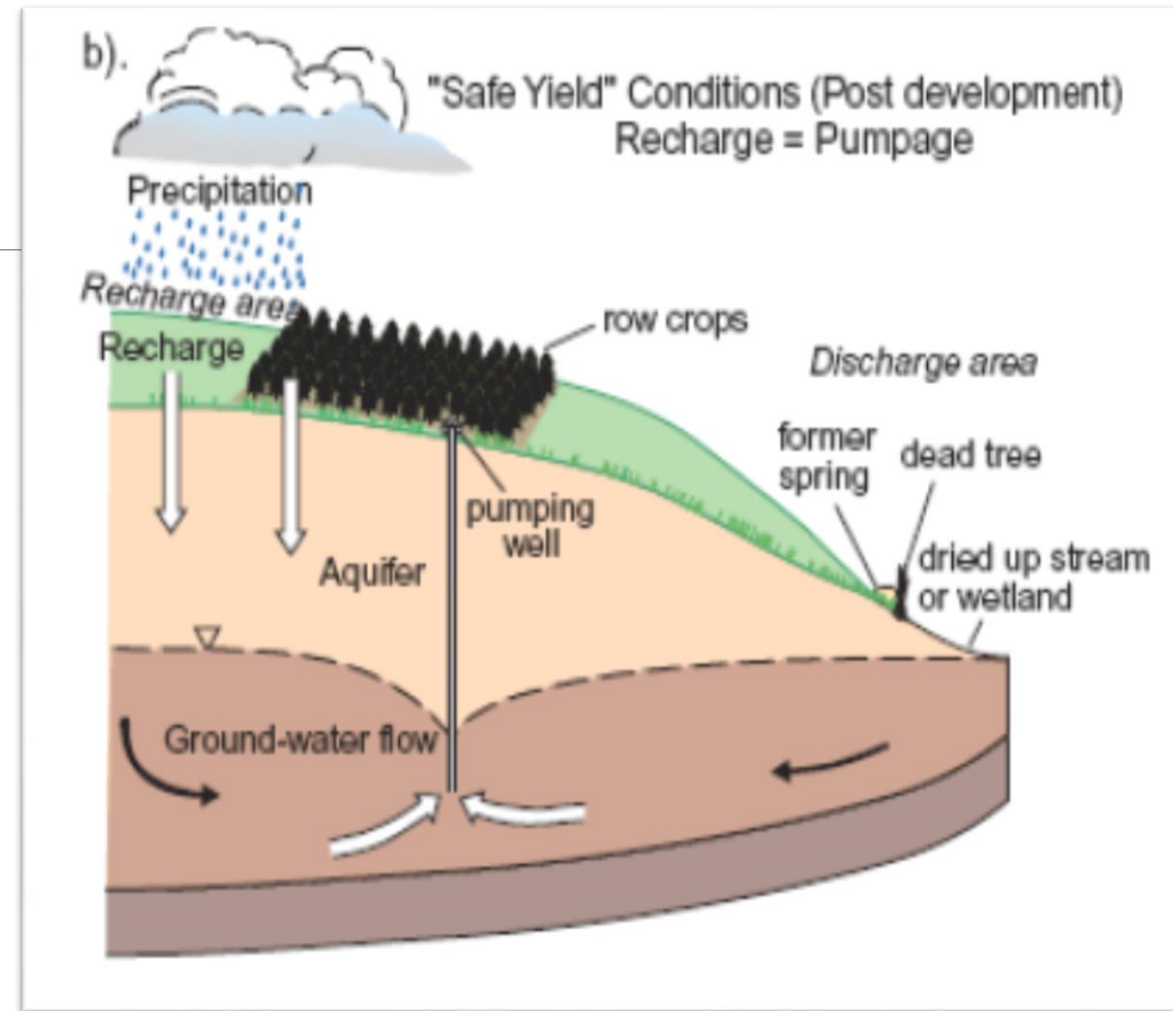
(Bredehoeft, 2002; Devlin and Sophocleous, 2005), l'idea che per determinare il prelievo sostenibile di un acquifero basti non superare la ricarica naturale .



se l'estrazione mediante pompaggio fosse uguale alla ricarica:  
- corsi d'acqua, paludi, sorgenti alimentati dalle AS, si prosciugherebbero  
- l'acquifero stesso rimarrebbe senz'acqua.

Quindi generalmente deve essere:

**PRELIEVO SOSTENIBILE < RICARICA NATURALE (risorse rinnovabili)**



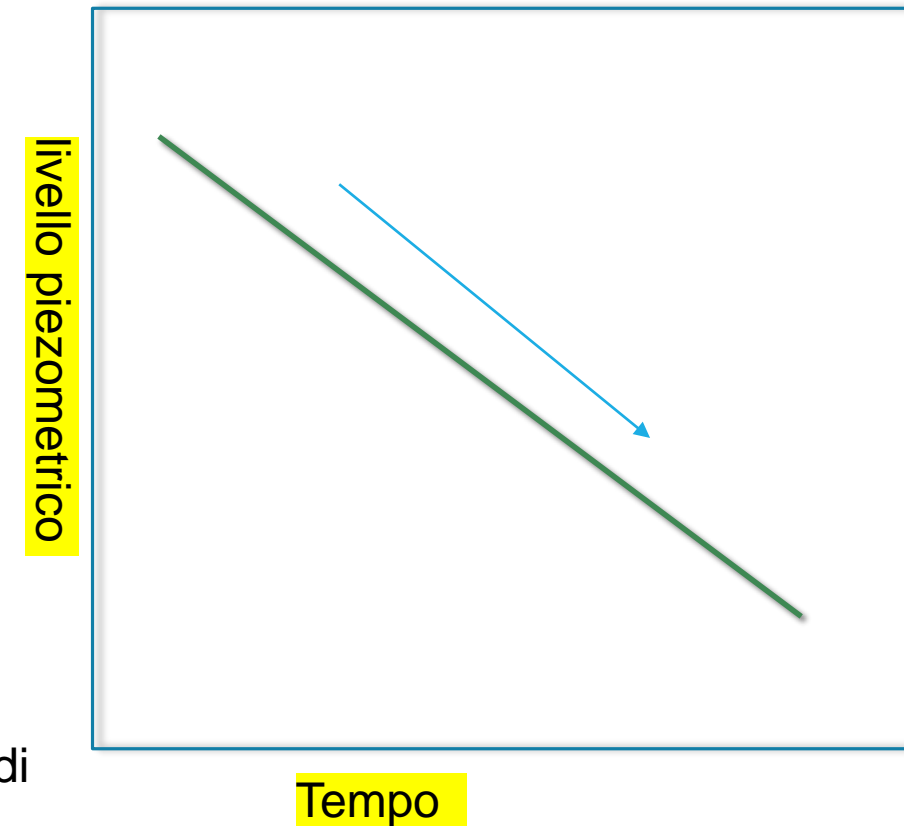
a) Condizioni naturali b) condizioni di safe yield = ricarica (da Sophocleous, 1998)

## 2) EVITARE LO SOVRASFRUTTAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Se lo sfruttamento eccessivo delle acque sotterranee provoca effetti negativi non accettabili si parla di **sovrasfruttamento (overexploitation)**.

Alcune delle conseguenze del sovrasfruttamento di un acquifero possono essere così riassunte:

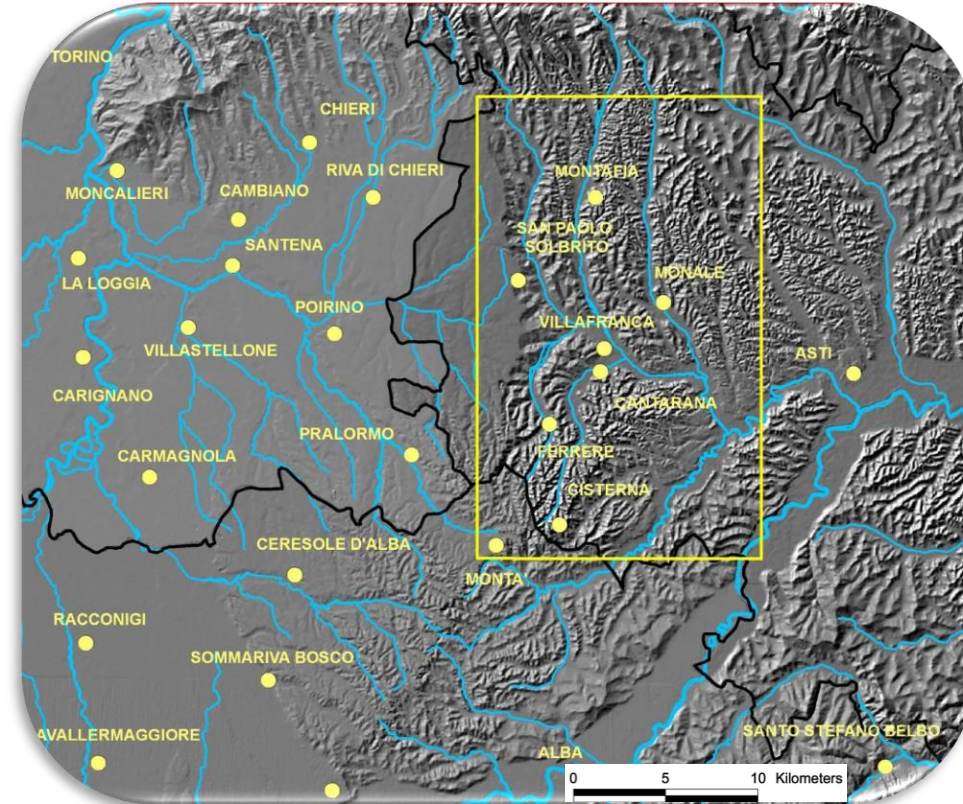
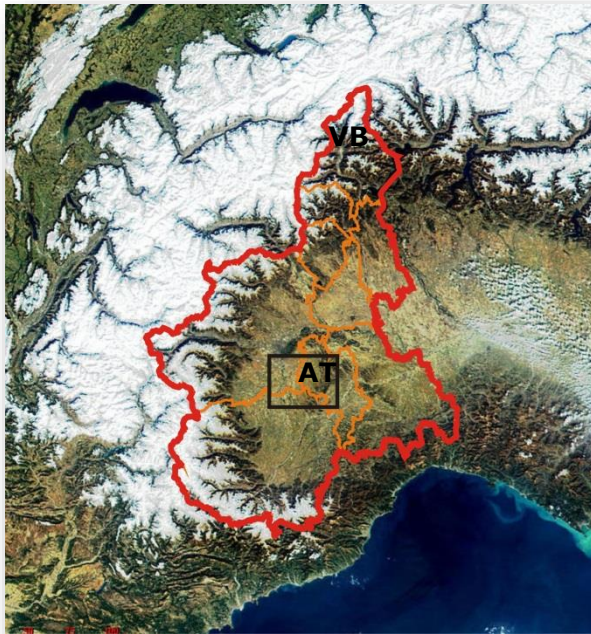
- Abbassamento continuo del livello piezometrico
- Esaurimento degli acquiferi produttivi
- Aumento dei costi di estrazione : come diretta conseguenza dell'abbassamento di livello piezometrico (costi di maggiore energia elettrica, pozzi più profondi, pompe più potenti)
- Danni ecologici, legati alla scomparsa di aree umide e dei relativi ecosistemi.
- Diminuzione della portata dei corsi d'acqua anche fino alla loro scomparsa
- Diminuzione della portata delle sorgenti anche fino alla loro scomparsa
- Fenomeni di subsidenza
  - Deterioramento della qualità delle acque, a causa della mobilitazione di elementi tossici o di acque salate nel sottosuolo
- Fenomeni di salinizzazione in acquiferi costieri



# UN CASO DI SOVRASFRUTTAMENTO IN PIEMONTE

## campo pozzi di Valle Maggiore (AT)

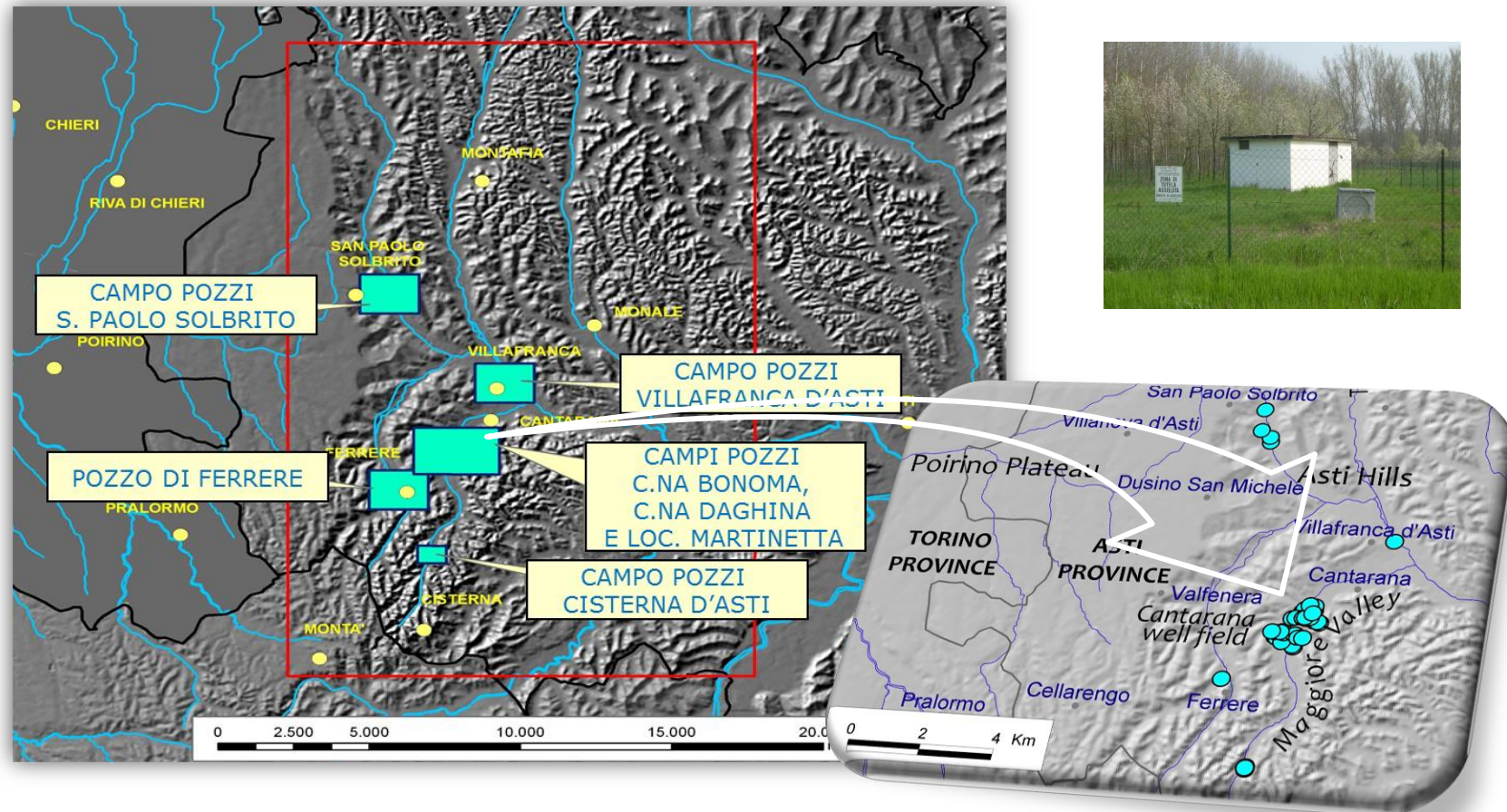
Settore occidentale della Provincia di Asti (Piemonte)





# Campo pozzi di Valle Maggiore e valli limitrofe

Ruolo strategico in quanto rifornisce di acqua Asti e la zona collinare (43 Comuni): 37 captazioni di acque sotterranee destinate al consumo umano



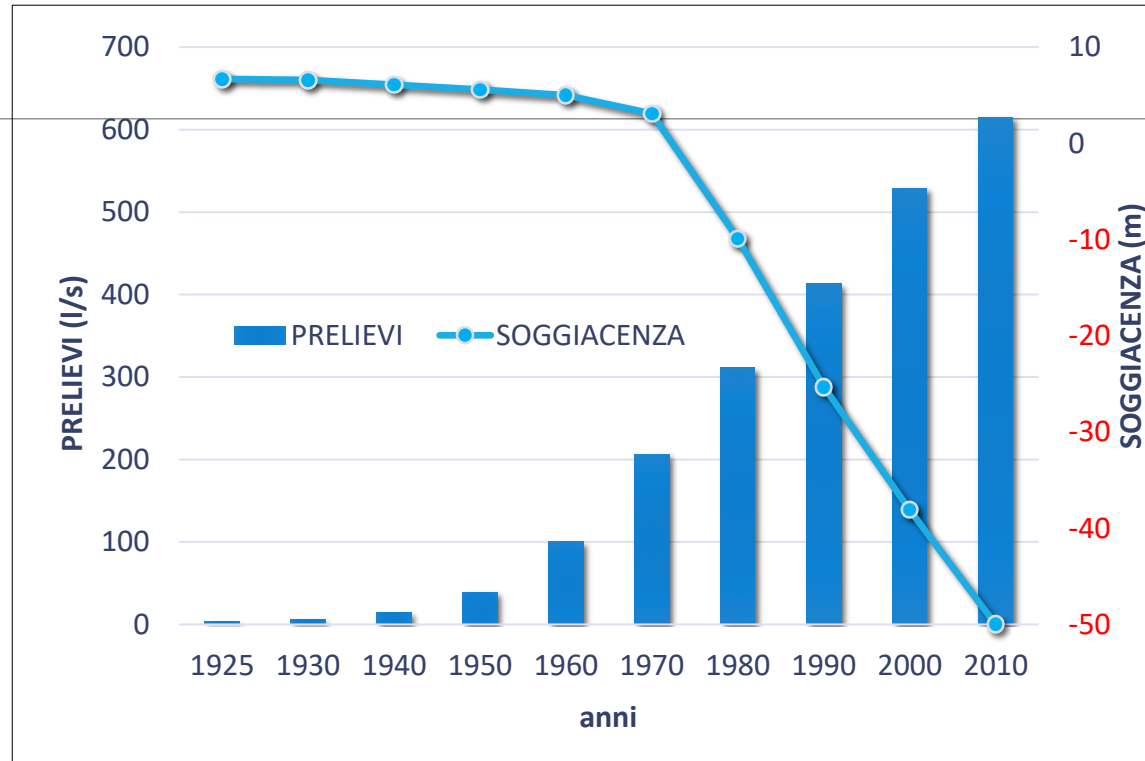
# Prelievi idrici

**14.600.000 m<sup>3</sup>/anno**

Nella media e bassa Valle Maggiore prelievo di un quantitativo di acqua che si aggira attorno ai 14.600.000 m<sup>3</sup>/anno di cui circa 50% emunta dall'Acquedotto per la Città di Asti (circa 76000 abitanti)



# Sovrasfruttamento dell'acquifero profondo



In atto un SOVRASFRUTTAMENTO degli acquiferi evidenziato da:

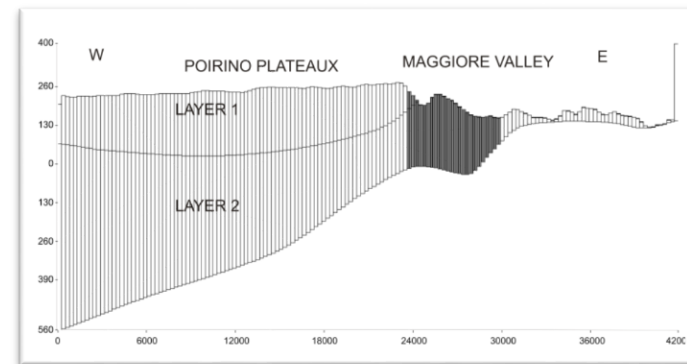
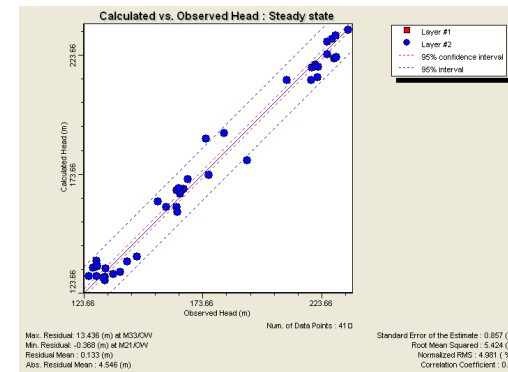
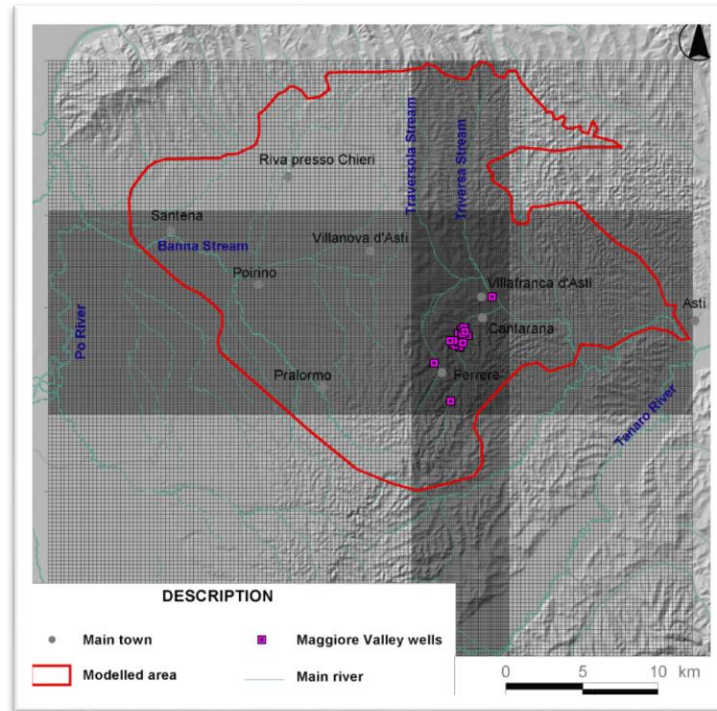
- notevoli abbassamenti del livello piezometrico (0.8 metri/anno)
- riduzione dell'area artesianica nel tempo

IL COMPLESSO ACQUIFERO SFRUTTATO  
RAPPRESENTA UN ESEMPIO DI AREA DI  
INTERESSE STRATEGICO A SCALA REGIONALE.

UNICA POSSIBILITÀ DI CAPTAZIONE LOCALE  
DI ACQUE DESTINATE AL CONSUMO  
UMANO.

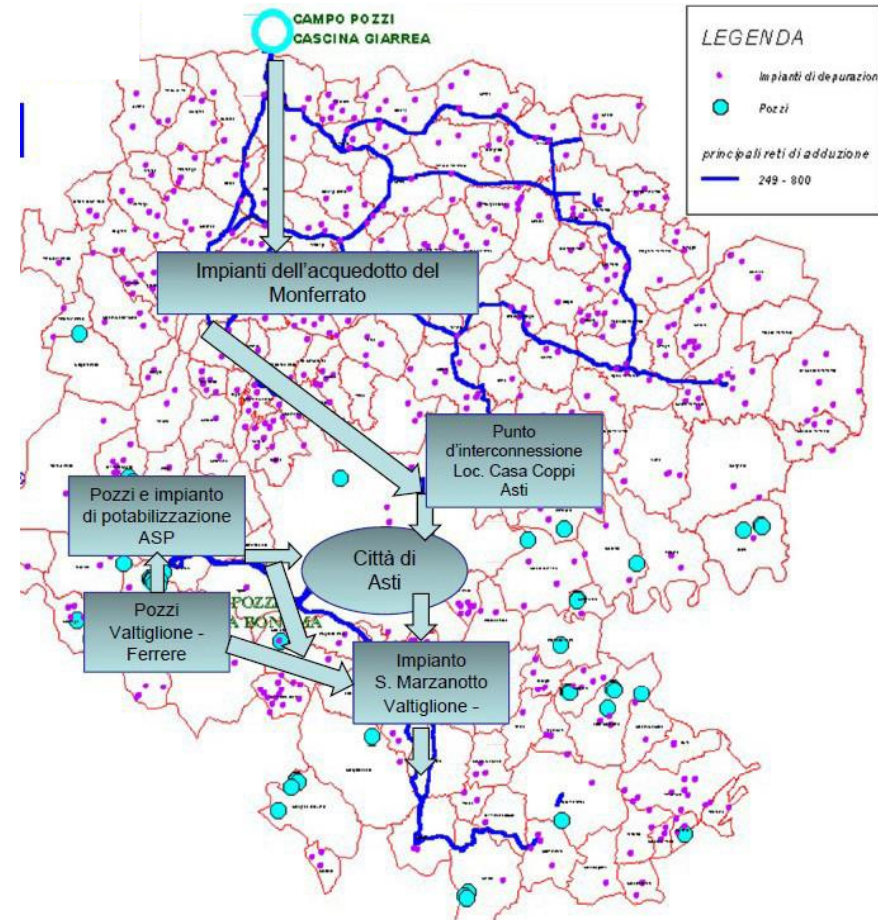
NECESSITA' DI ADOTTARE TUTTE LE POSSIBILI  
MISURE DIRETTE ALLA SUA PROTEZIONE E  
CONSERVAZIONE.

Su incarico ATO 4 – REGIONE PIEMONTE  
 DST-UNITO implementato un MODELLO DI FLUSSO con codice di calcolo  
 MODFLOW con scenari, differenti per prelievi e distribuzione dei punti di  
 estrazione.

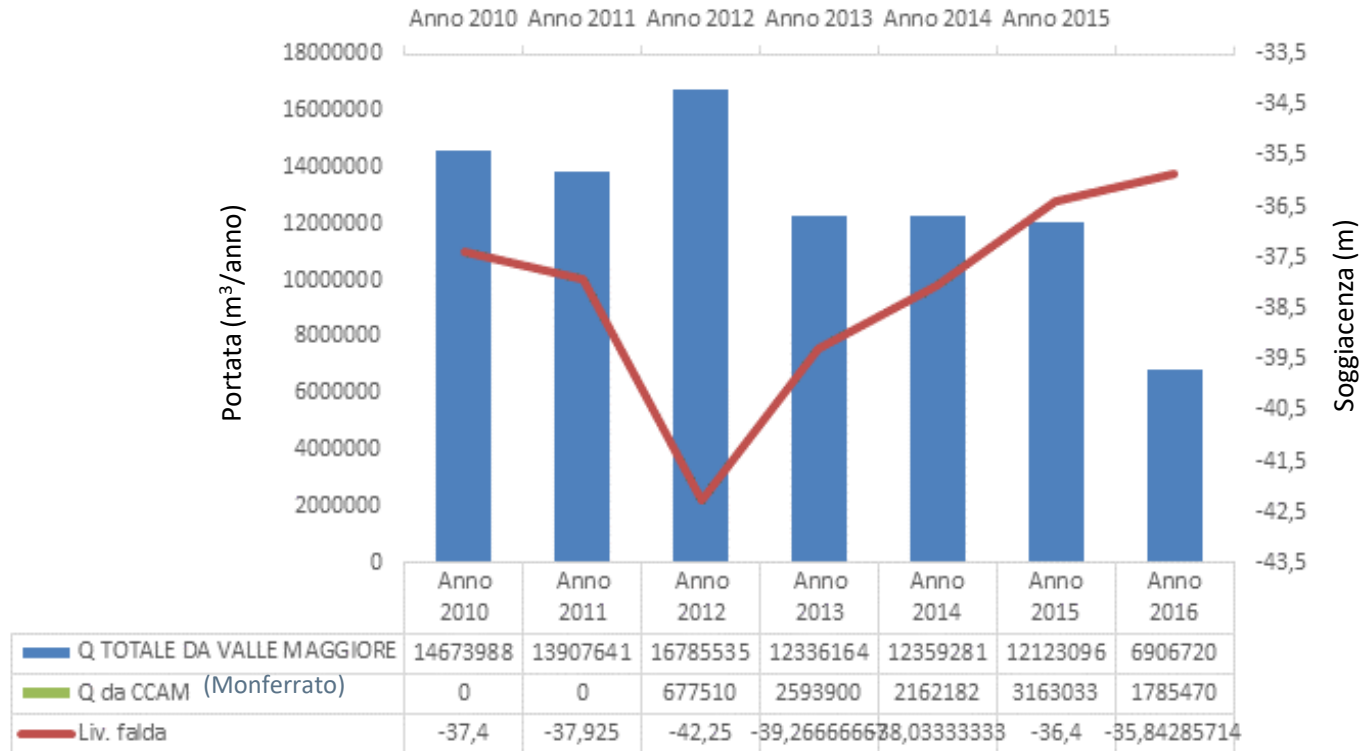


# LA SOLUZIONE : Interconnessione con acquedotto Monferrato + delocalizzazione

- In data 25/08/2012 è entrata in esercizio l'interconnessione con il Campo acquifero di Cascina Giarrea tramite una condotta di 17 km
- Tale opera consente di integrare le portate idriche a disposizione dell'Astigiano di circa **100 L/s**, riducendo i prelievi dal campo pozzi di Cantarana



# RISALITA E STABILIZZAZIONE DEL LIVELLO PIEZOMETRICO



### 3) CONTROLLO E REGOLAMENTAZIONE DELLE ESTRAZIONE DI ACQUE DAL SOTTOSUOLO

**PROBLEMA** : COSTANTE AUMENTO DEI PRELIEVI aumento dei prelievi idrici civili, agricoli e industriali determinato da :

- cambiamenti climatici
- crescita socioeconomica del territorio
- un uso non sempre razionale ed efficiente delle risorse idriche

**PROBLEMA** :  
CONTROLLO INSUFFICIENTE  
DECINE (SE NON CENTINAIA) DI  
MIGLIAIA DI POZZI SENZA CONTROLLI  
E/O NON DICHIARATI

LA GRANDE SETE

#### Troppi pozzi abusivi La Provincia: «Rischi per l'acqua di falda»

Il presidente Palli chiede  
l'intervento della Regione per  
regolare (e controllare) i prelievi  
per l'irrigazione

STEFANIA PRATO

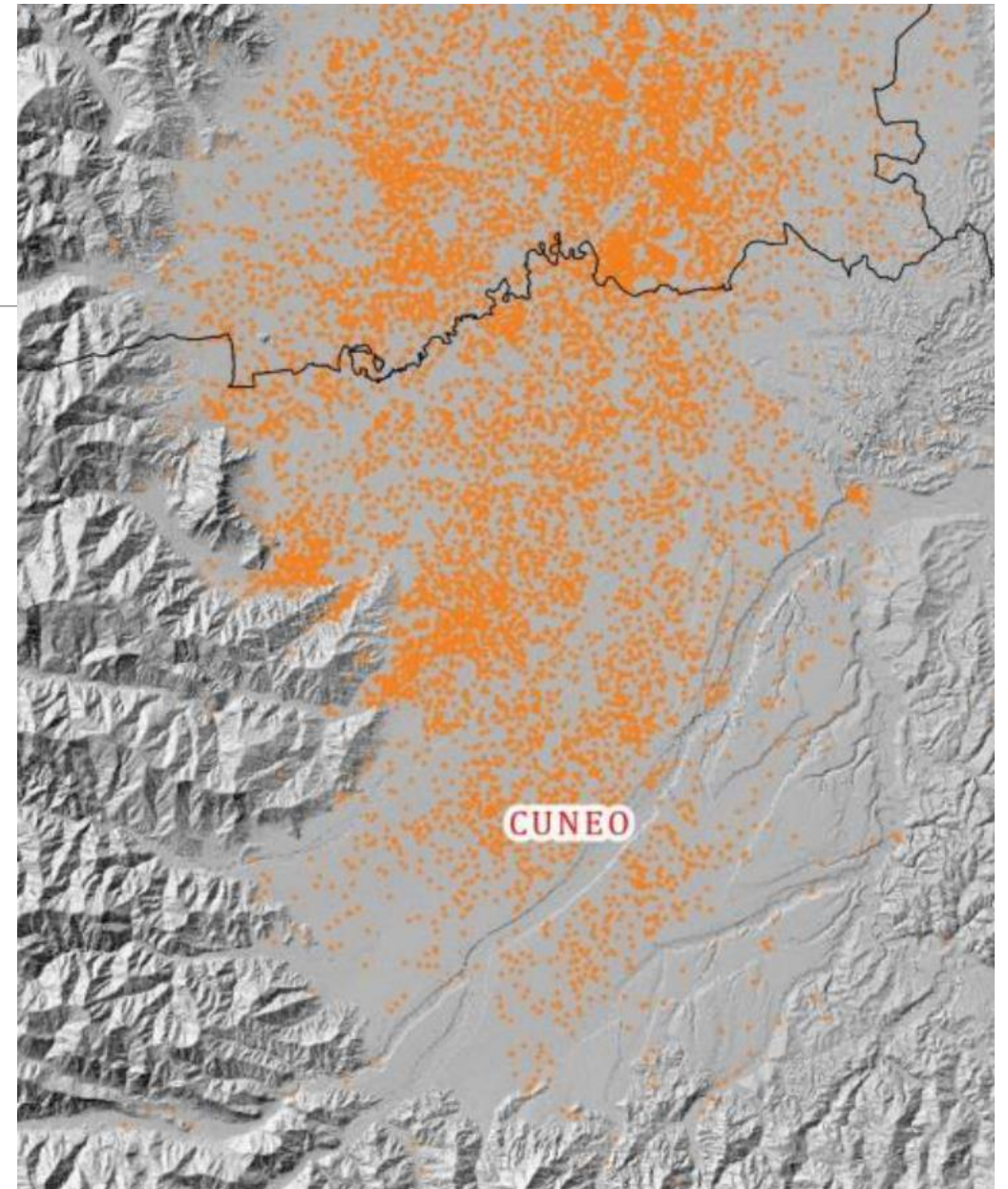
#### Un paese groviera: 10 milioni di pozzi Troppi scavi abusivi per trovare l'acqua



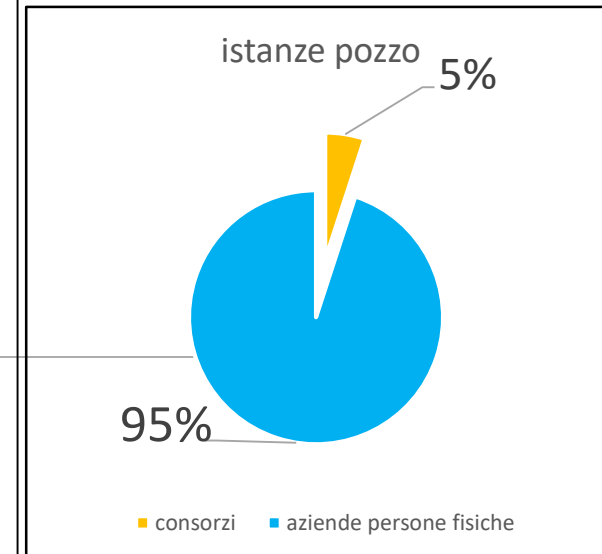
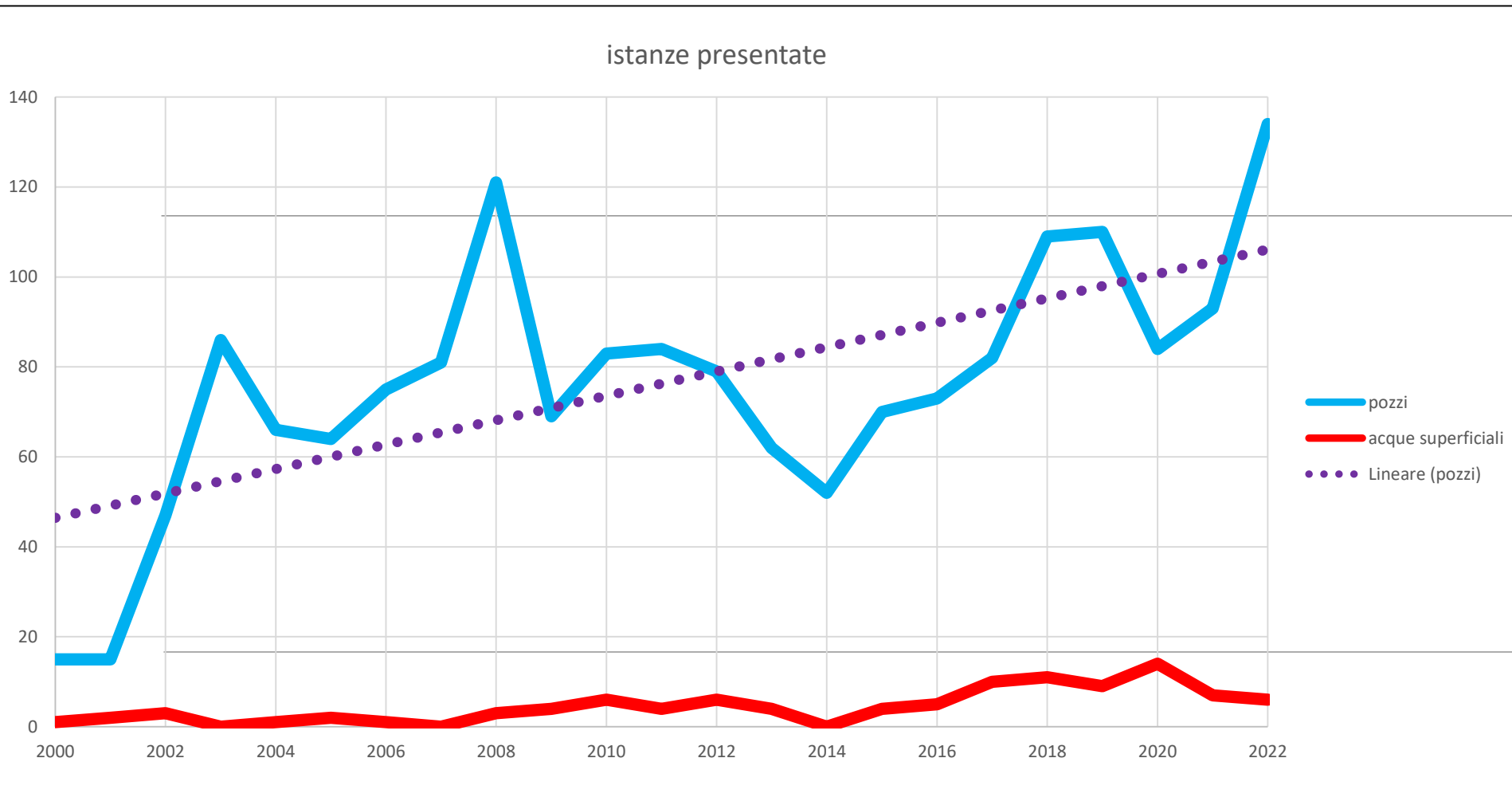
Secondo l'Autorità di bacino del fiume Po, fra censiti, abusivi, attivi e abbandonati, sono una quantità enorme. Molti attingono per bere o irrigare un orto, ma anche per riempire una piscina, in modo incontrollato e pericoloso. Un bene prezioso che non è infinito. Mentre il caldo anomalo e protratto raddoppia i consumi idrici e la siccità affligge severamente quasi tutte le nostre regioni. Mancano norme chiare e limiti uniformi



Pozzi irrigui dichiarati provincia di Cuneo e  
Torino (Pianura meridionale)



## ESEMPIO: SITUAZIONE 2023 – ACQUE SOTTERRANEE (prov CN)

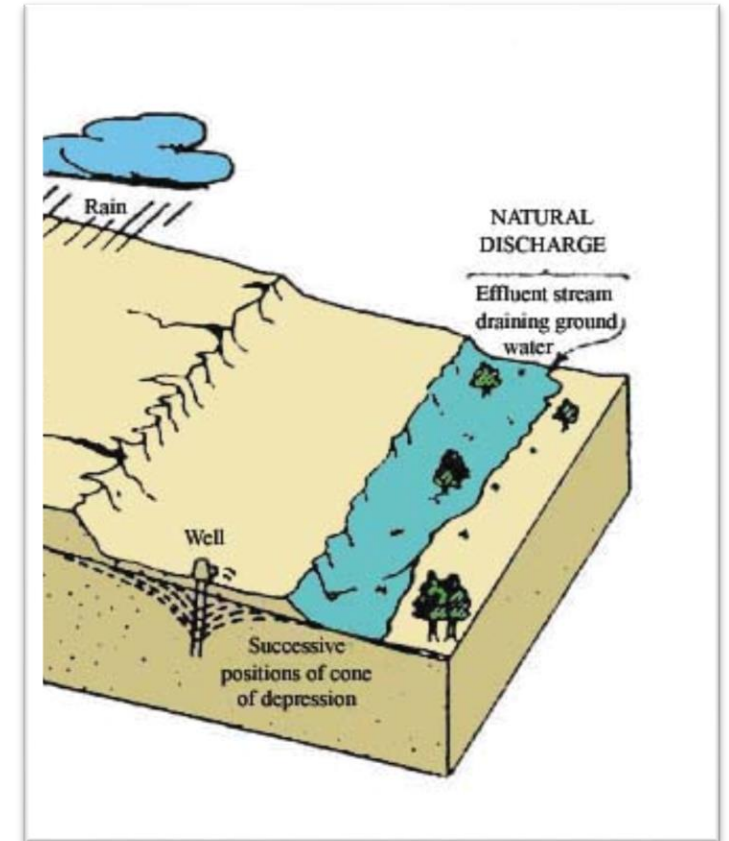


- dal 2000 al 2022 richieste acque superficiali costanti
- +sono stati richiesti, circa 1300 sono pozzi con impianti ad alta efficienza (non a scorrimento) **1754 nuovi pozzi**
- i pozzi sono per il 95% presentati da aziende (persone fisiche)

## 4) COMPRENDERE CHE ACQUE SUPERFICIALI (CORSI D'ACQUA, LAGHI, RETI IRRIGUE) E ACQUE SOTTERRANEE SONO INTERDIPENDENTI

Per la loro interdipendenza acque superficiali e sotterranee non dovrebbero essere considerate due sistemi separati

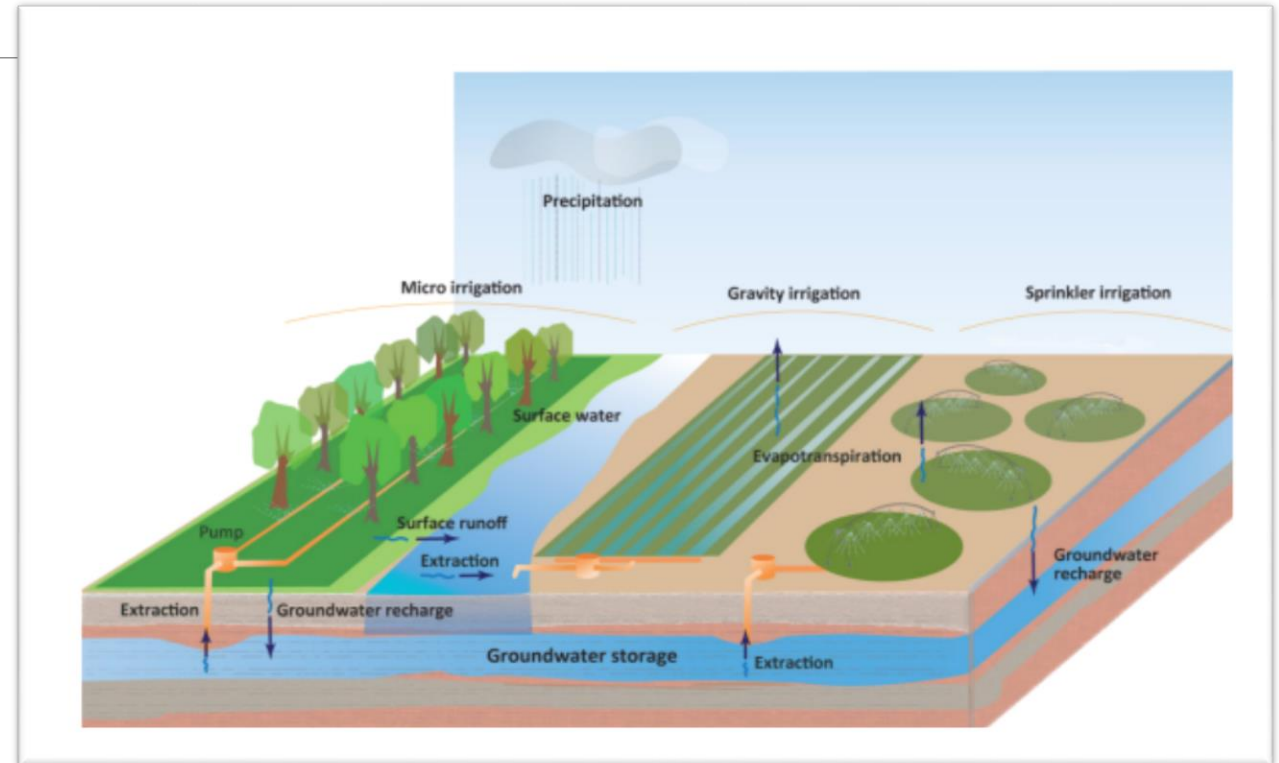
Un aumento della ricarica (laterale) può verificarsi per il fenomeno della ricarica indotta da corsi d'acqua o da corpi idrici superficiali quando il cono di depressione raggiunge il corpo idrico superficiale.

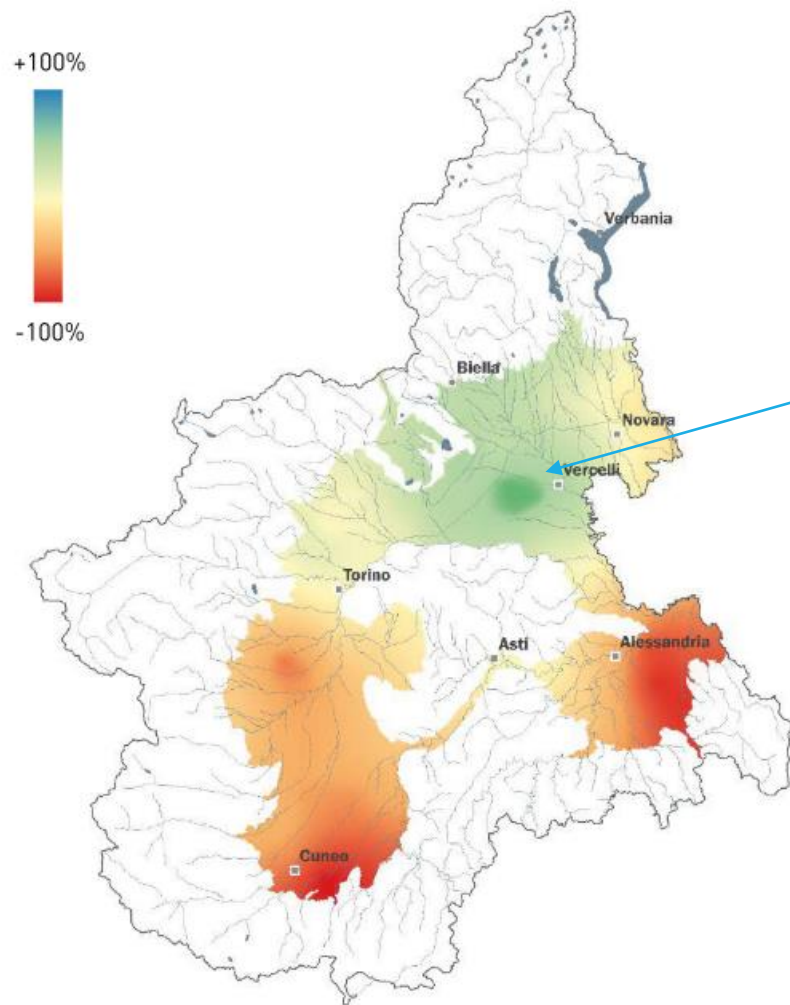


## 5) LA GESTIONE/MODIFICA DELLE RETI IRRIGUE E DELLE MODALITÀ DI IRRIGAZIONE DEVE ESSERE ATTENTAMENTE PONDERATA

- **La trasformazione dei sistemi irrigui** da scorrimento e a sommersione agli impianti a pioggia e micro irrigazione
- **L'impermeabilizzazione dei canali irrigui**

da un lato consentono un uso ottimale delle risorse idriche riduzione dei prelievi, dall'altro determina una **minore infiltrazione in falda dal reticolo di adduzione e distribuzione**



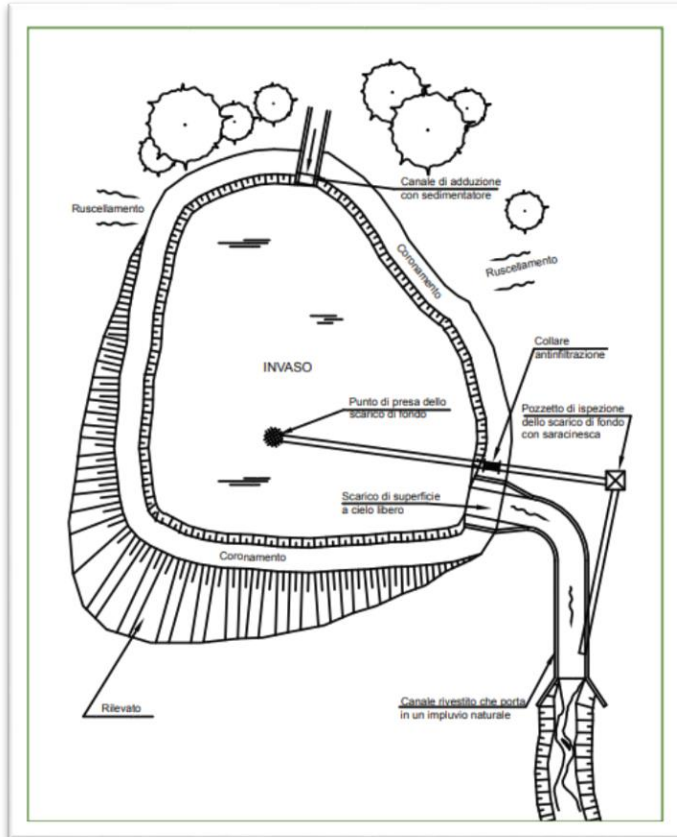


Possibile Effetto positivo dell'irrigazione per sommersione

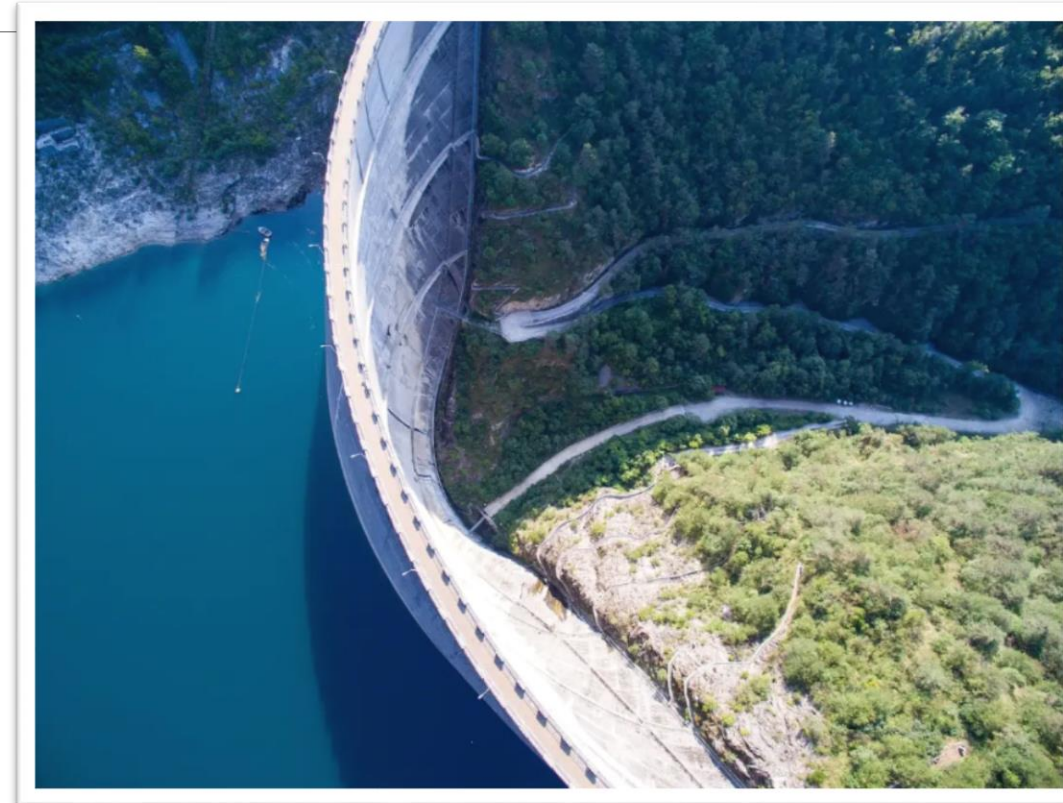
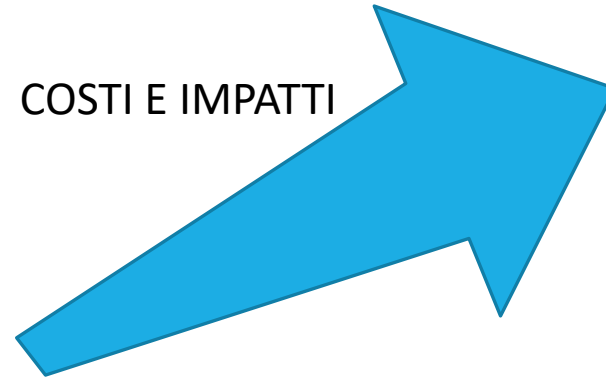
Differenza percentuale tra la soggiacenza media del 2022 dell'acquifero superficiale e quella dell'anno medio storico ricavato dal periodo 2005-2021  
(ARPA PIEMONTE RELAZIONE SULLO STATO DELL'AMBIENTE IN PIEMONTE 2023)

## 6) VALUTARE LA REALIZZAZIONE DI OPERE IN GRADO DI TRATTENERE GLI AFFLUSSI NEI PERIODI PIOVOSI E MODULARE I DEFLUSSI NEI PERIODI SICCI: sbarramenti e invasi

→ Ridurre la pressione sulle acque sotterranee



COSTI E IMPATTI



Molti piccoli invasi

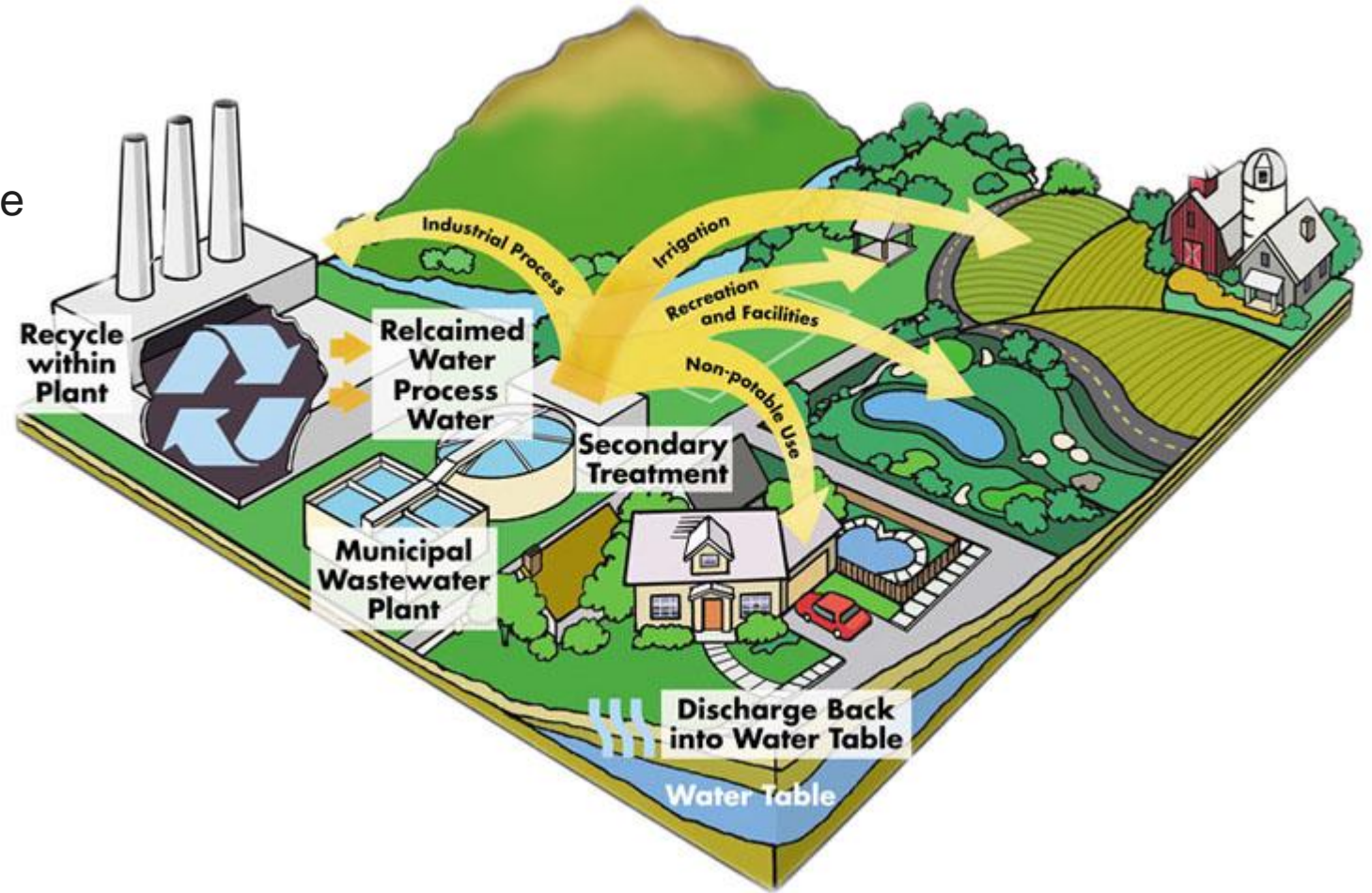


Pochi grandi invasi

## 7) MAGGIORE RICORSO AL «WATER REUSE»

Il riutilizzo dell'acqua si riferisce generalmente al processo di utilizzo delle acque reflue trattate per scopi benefici come :

- l'irrigazione agricola e paesaggistica
- i processi industriali
- le applicazioni urbane non potabili (come lo sciacquone dei servizi igienici, il lavaggio delle strade e la protezione antincendio)
- la ricarica delle acque sotterranee
- le attività ricreative



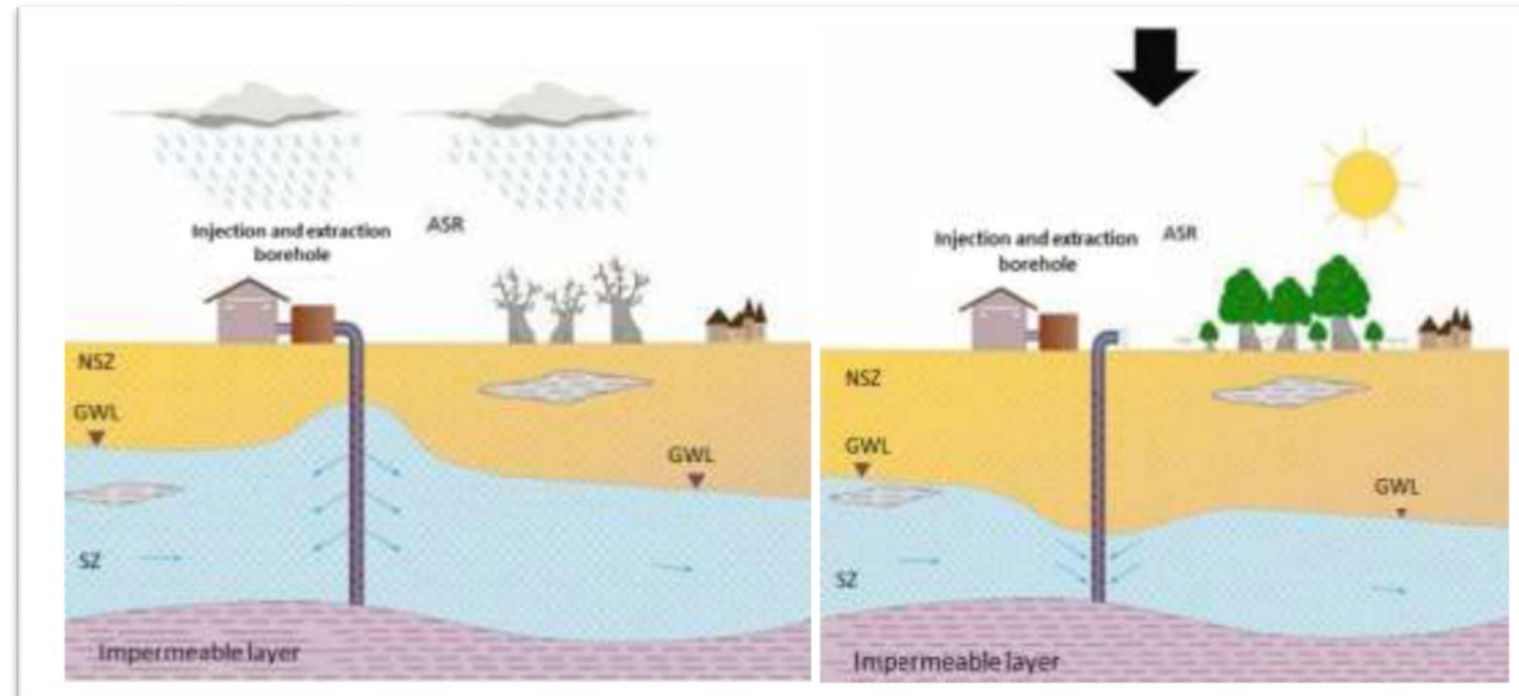
## 8) UTILIZZO DELLA LA RICARICA ARTIFICIALE CONTROLLATA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

**Il mantenimento dell'equilibrio idrico delle falde dell'alta pianura può essere perseguito attraverso azioni per la ricarica artificiale controllata degli acquiferi.**

(MAR Managed Aquifer Recharge)

Si tratta di soluzioni atte a favorire l'infiltrazione controllata in siti specificatamente deputati a questo e attivi in periodi di surplus.

L'acqua così immagazzinata potrà essere estratta e utilizzata nei periodi di deficit idrico.





# IL PIU' GRANDE INVASO E' GIA' PRESENTE NEL SOTTOSUOLO DELLA PIANURA PIEMONTESE : SONO GLI ACQUIFERI

UN SEMPLICE ESEMPIO NUMERICO PER MEGLIO  
COMPNDERE LA CAPACITA' DI IMMAGAZZINAMENTO DEGLI  
ACQUIFERI:

IN PIEMONTE IL PIU' GRANDE INVASO NON SUPERA I

50 MILIONI DI M<sup>3</sup> DI ACQUA

1 SOLO METRO DI INNALZAMENTO DEL LIVELLO FREATICO  
SULLA INTERA PIANURA PIEMONTESE CORRISPONDE A UN  
IMMAGAZZINAMENTO DI OLTRE :

5 MILIARDI DI M<sup>3</sup> DI ACQUA

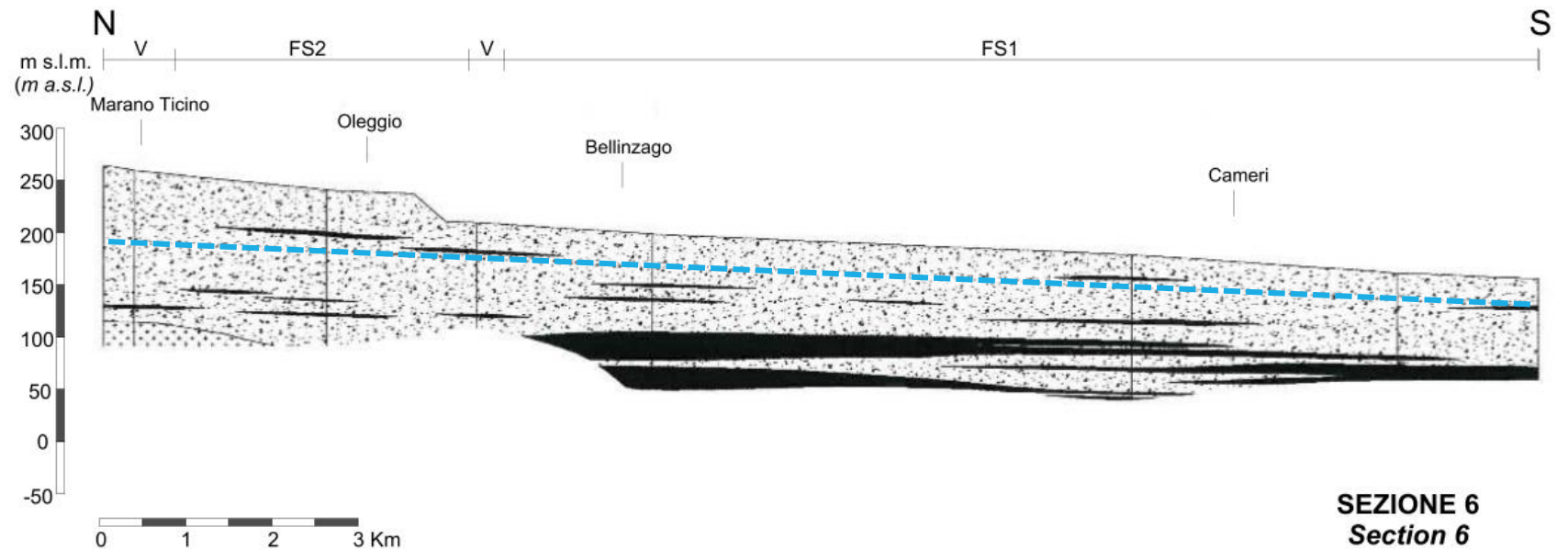


## LA REGIONE PIEMONTE HA MOLTE AREE PARTICOLARMENTE VOTATE ALLA M.A.R.

INFATTI IN MOLTE AREE :

- SOGGIACENZA ELEVATA
- ELEVATA PERMEABILITA' DELLA ZONA NON SATURA E DEGLI ACQUIFERI

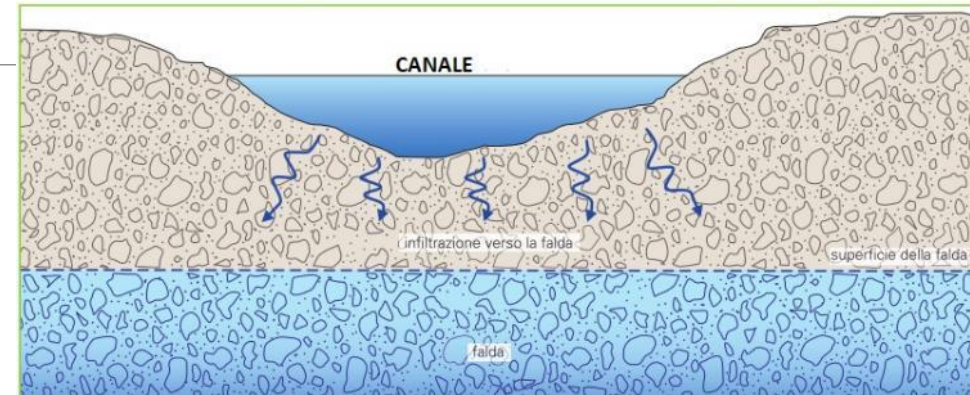
**NECESSARIA CARTOGRAFIA  
DELLE AREE IDONEE ALLA  
MAR**



## Alcune tecniche 1

### ❑ Aree Forestali di Infiltrazione (AFI)

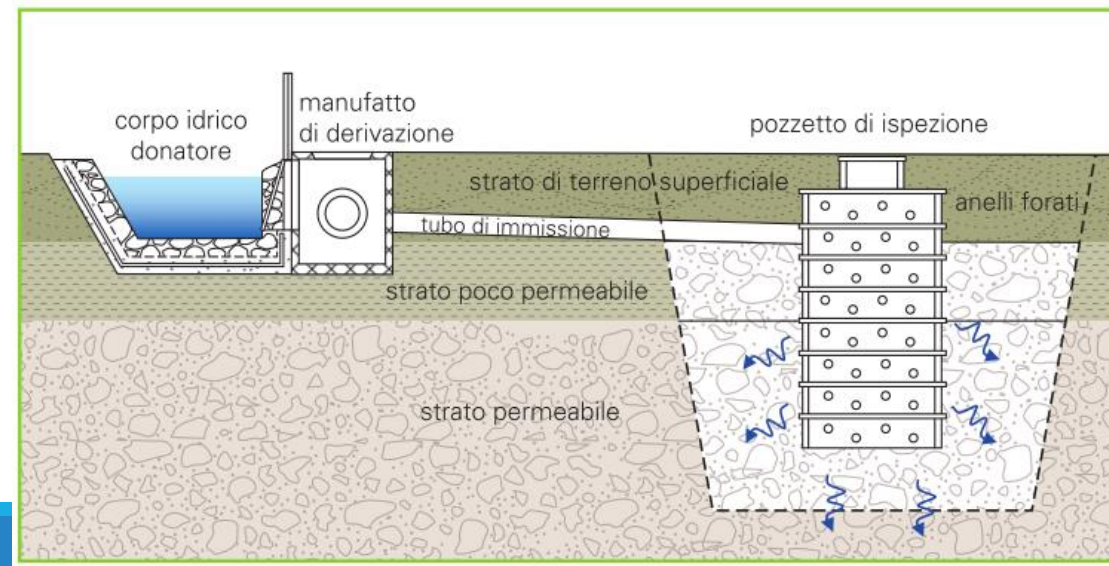
sono un sistema di ricarica che prevede la distribuzione delle acque nei mesi non irrigui all'interno di aree appositamente allestite con una rete di canali e di diverse specie arboree e arbustive messe a dimora in funzione della tipologia di impianto forestale da realizzare



## Alcune tecniche 2

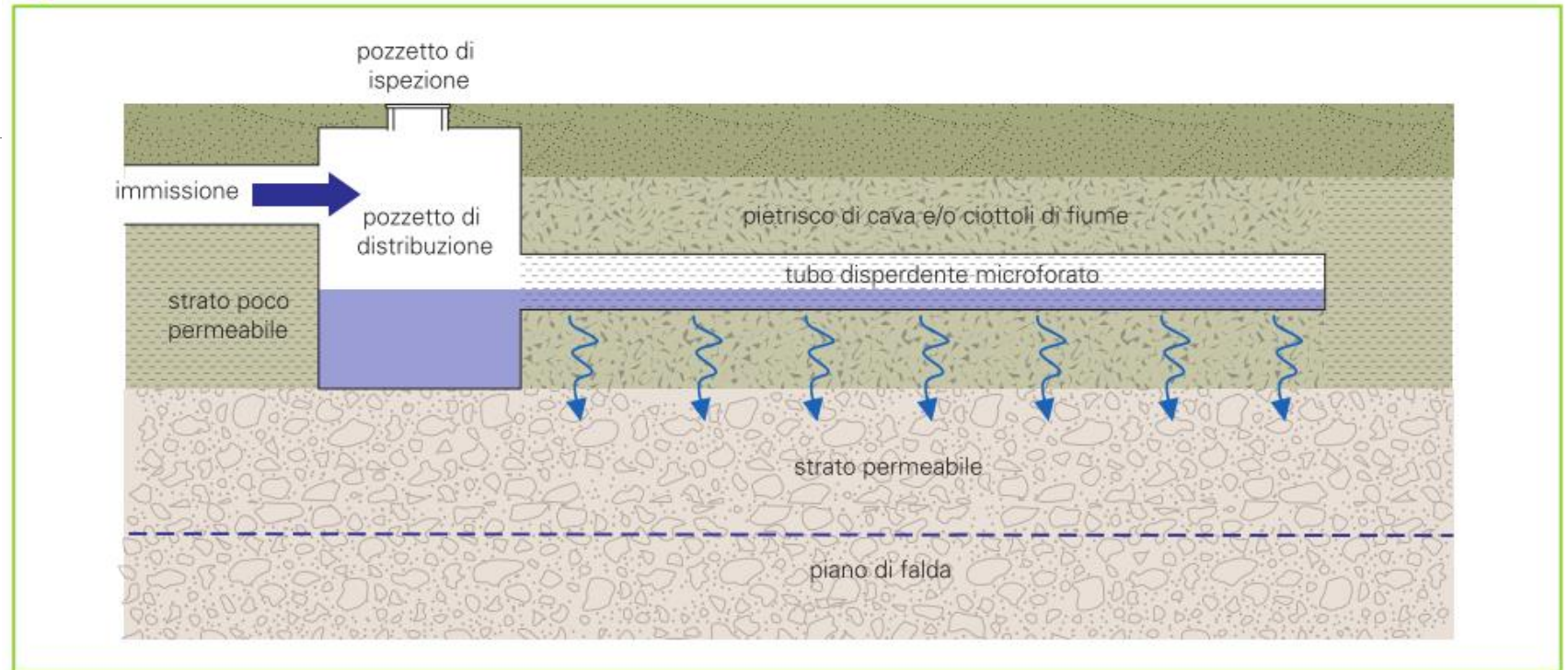
### ❑ Pozzi di infiltrazione:

questa tecnica è particolarmente indicata quando si dispone di spazi ridotti di intervento, poco adatti ad accogliere le tecniche suddette di tipo estensivo. In questo caso, infatti, il sistema di infiltrazione è caratterizzato da strutture verticali ad anelli forati del diametro di due metri posti in opera fino ad una profondità di quattro-sei metri



## Alcune tecniche 3

### ☐ trincee di infiltrazione:

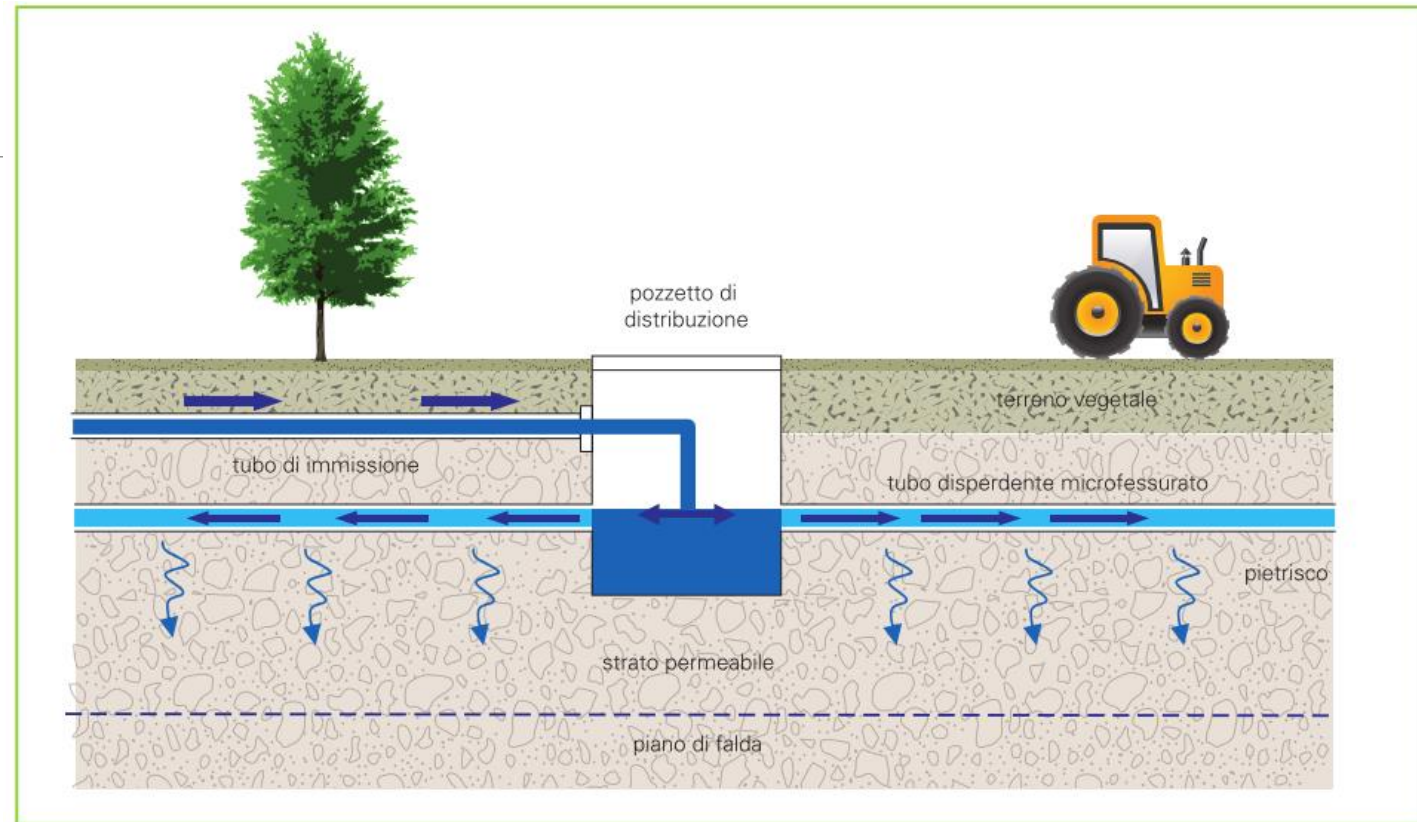


questa tecnica consiste in depressioni scavate artificialmente e riempite con materiale inerte ad elevata permeabilità. Al centro della trincea, immersi nel materiale drenante, si inseriscono uno o più tubi forati, detti tubi di infiltrazione, per garantire una regolare distribuzione delle acque lungo lo sviluppo della trincea.

## Alcune tecniche 4

### □ Campi di sub-infiltrazione :

nell'infiltrazione subsuperficiale si procede posando un reticolo di tubi forati sotto la parte agronomica del terreno, posati in piccole trincee riempite di materiale inerte permeabile in modo da permettere una facile percolazione delle acque.



La tecnica permette di poter sfruttare terreni agricoli in posizioni idonee per la ricarica, ma che solitamente non vengono messi a disposizione dai proprietari per il valore agronomico della coltura in superficie. Se l'agricoltore desidera mantenere la coltura, dovrà solo attenersi ad alcune regole di corretta pratica agronomica per quanto riguarda la concimazione ed il diserbo

## 10) LE CITTA' SPUGNA : INSTALLAZIONE DI INFRASTRUTTURE URBANE CHE ASSORBONO L'ACQUA DELLE PIOGGE E LA FANNO INFILTRARE NEL SOTTOSUOLO

Los Angeles, Pittsburgh e altre grandi città americane stanno installando infrastrutture urbane che assorbono l'acqua delle piogge e la fanno infiltrare nel sottosuolo. Queste città-spugna sono in contrasto con secoli di pianificazione urbana tradizionale, in cui le strade sono state progettate per convogliare l'acqua il più rapidamente possibile in modo da prevenire le inondazioni. Oggi più che mai abbiamo bisogno di orti urbani e altri spazi verdi in città per assorbire l'acqua piovana, evitando così allagamenti e ricaricando le falde acquifere locali



## 9) RICORSO A MODELLI GLOBALI PER LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

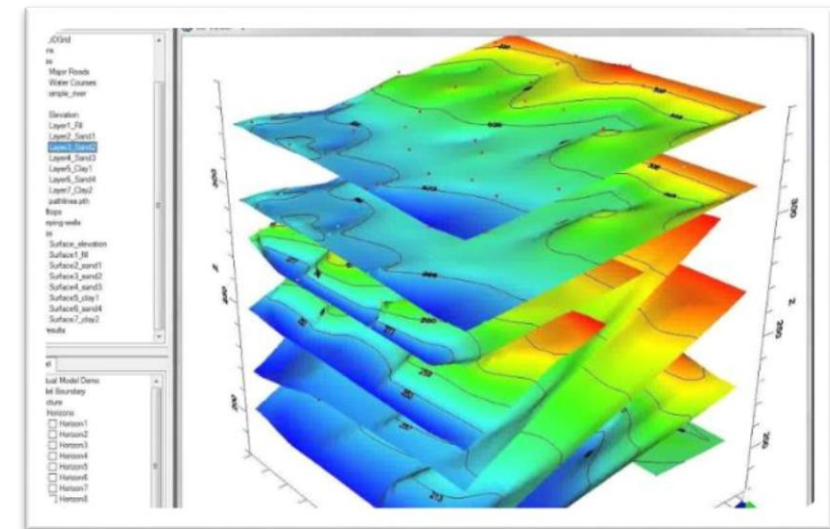
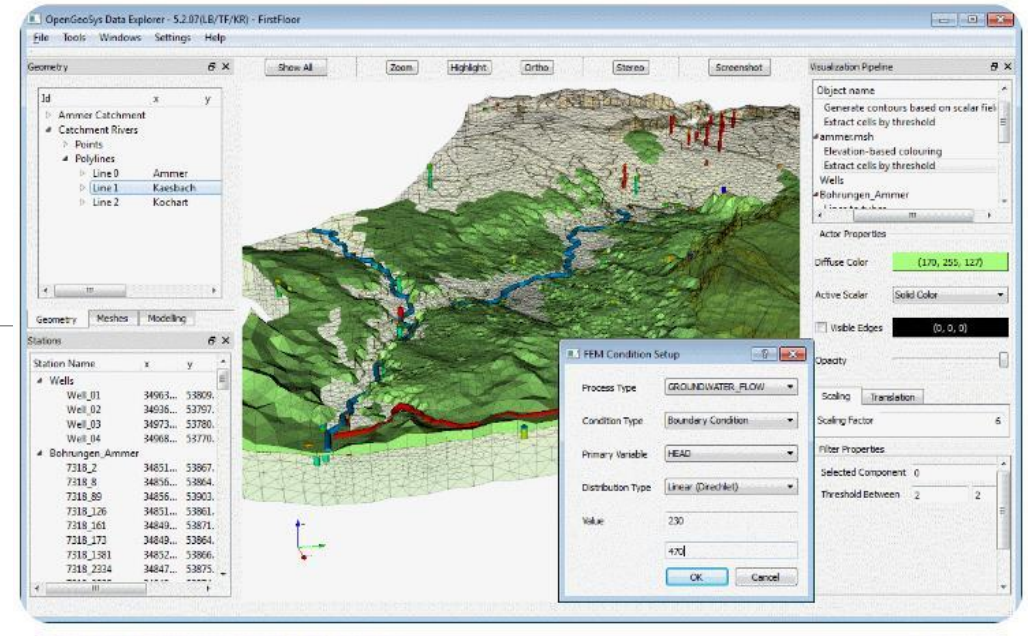
- Quanto si può estrarre dalle acque sotterranee?
- Che effetto avranno i cambiamenti climatici?
- Come gestire acque irrigazione?
- Ecc.

Purtroppo la risposta non è univoca e dipende da molte condizioni locali

Indispensabili studi approfonditi, anche con l'utilizzo di **modelli di flusso delle acque sotterranee**.

iniziati **due progetti** per realizzare per la prima volta un modello di flusso delle acque sotterranee a scala :

- dell'intera pianura del Bacino del Po ( A cura di AdbPO)
- del territorio di pianura del Piemonte ( A cura di Arpa Piemonte)

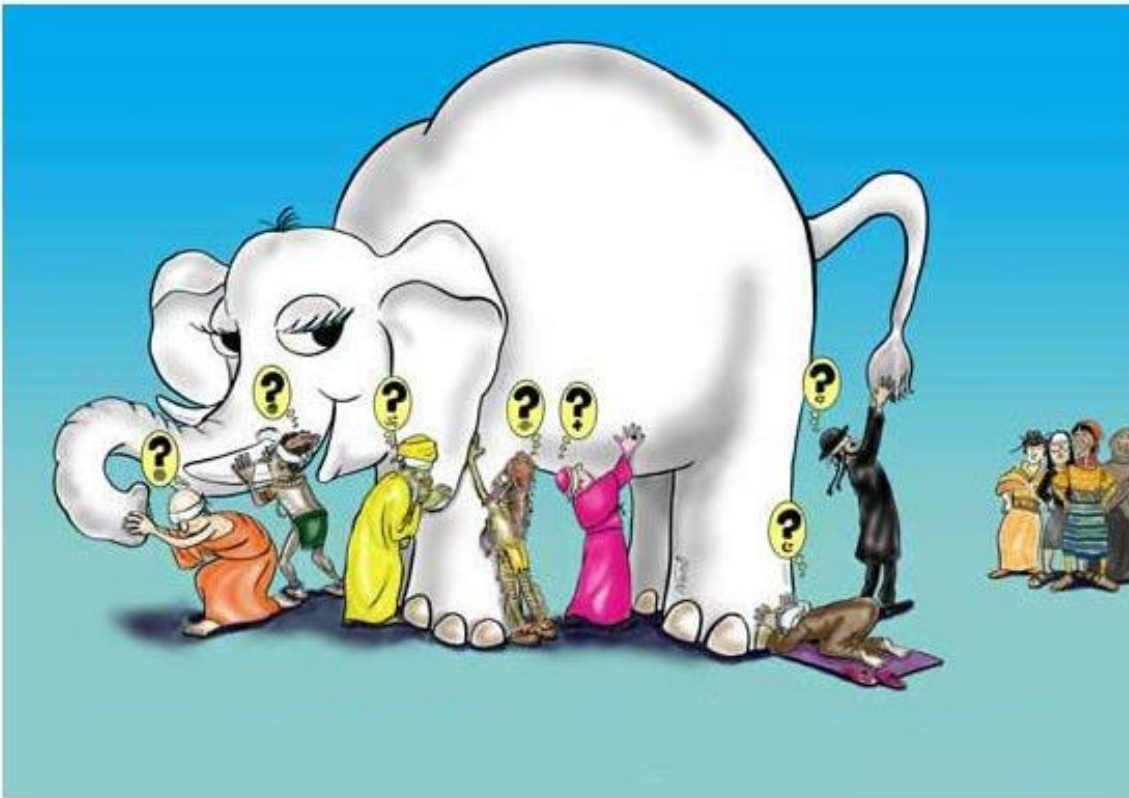




## L'ACQUA, DIRITTO UMANO UNIVERSALE E BENE ESSENZIALE

La sua difesa un problema complesso che richiede l'apporto di tutti:

Ingegneri, geologi, biologi, agronomi, amministratori, politici, portatori di interesse, ....





Politecnico  
di Torino



Lions International  
Distretto 108-Ia1



Centro  
Nazionale  
di Studi  
Urbanistici



# GRAZIE PER L'ATTENZIONE



**Domenico Antonio De Luca**  
Dipartimento di Scienze della Terra – Università di Torino  
Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte

