



l'**ALVEARE** del PROFESSIONISTA

Alla ricerca dell'acqua perduta!!

Giovedì 23 novembre / 15:00 – 18:30 / sala azzurra

/ **Restructura.**

23—25 novembre

Lingotto Fiere, Torino



Il ruolo delle risorse idriche sotterranee negli scenari di crisi: le tecniche di ricarica controllata per una gestione sostenibile degli acquiferi

Relatrice: *Dott. geol. Susanna MANCINI*

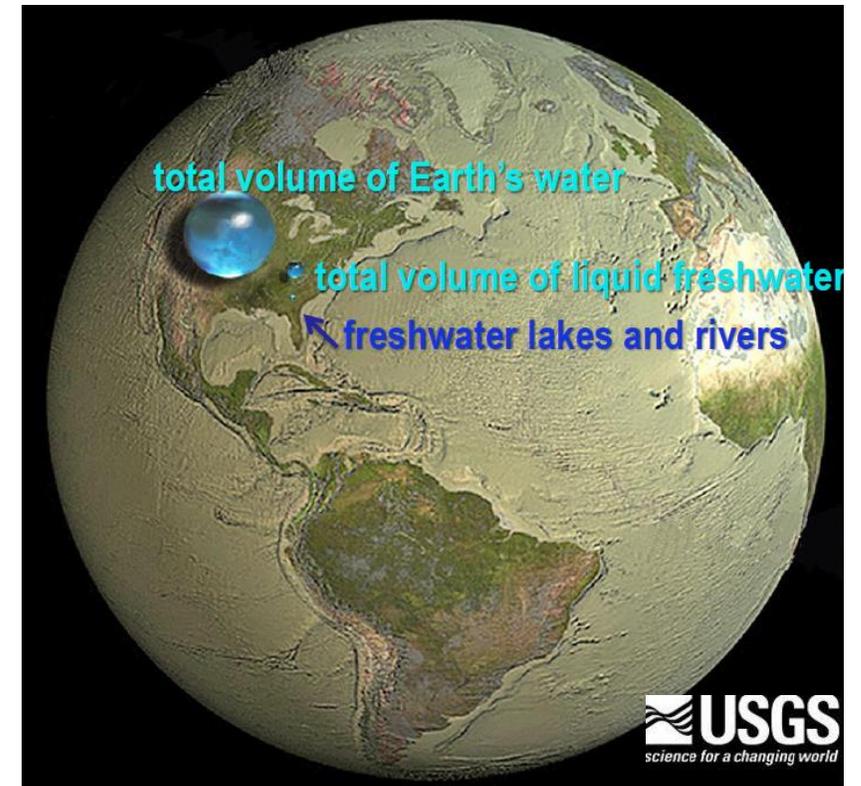
L'ACQUA NEL PIANETA TERRA

La Terra è un pianeta ricco di acqua. Circa il 71% della sua superficie è coperto dall'acqua degli oceani (e dai ghiacciai) e il 3% dai ghiacciai continentali.

Tuttavia....circa il 97% dell'acqua della Terra si trova negli oceani (acqua salata).

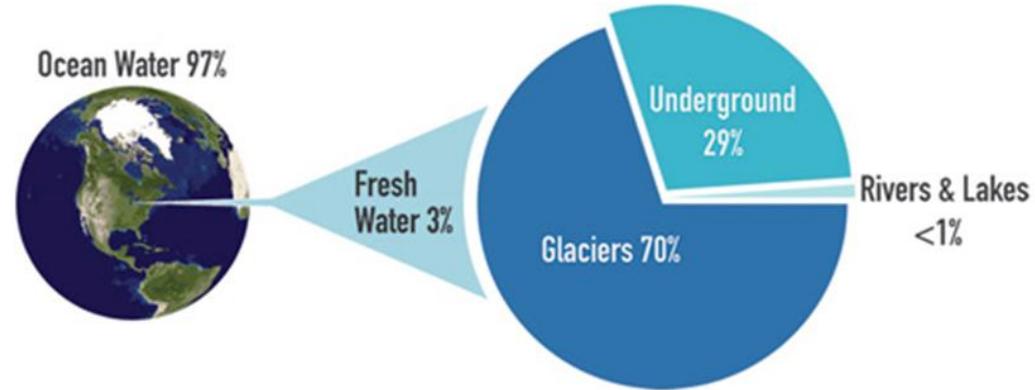
Solo il 3% dell'acqua terrestre è acqua dolce.

Le acque sotterranee sono una componente fondamentale del ciclo dell'acqua sulle terre emerse e, diversamente da quanto comunemente si pensi, sono di gran lunga più abbondanti delle acque dolci superficiali, che comprendono fiumi, laghi e bacini artificiali.



DOVE SI TROVA L'ACQUA DOLCE?

Water on Earth



- Circa il 70% dell'acqua dolce è immagazzinata sotto forma di ghiaccio nelle calotte glaciali, nei ghiacciai e nel permafrost.
- Circa il 29% si trova nel suolo, sotto forma di acqua liquida di falda (ACQUE SOTTERRANEE)
- Meno dell'1% è acqua dolce di superficie, nei laghi e nei fiumi



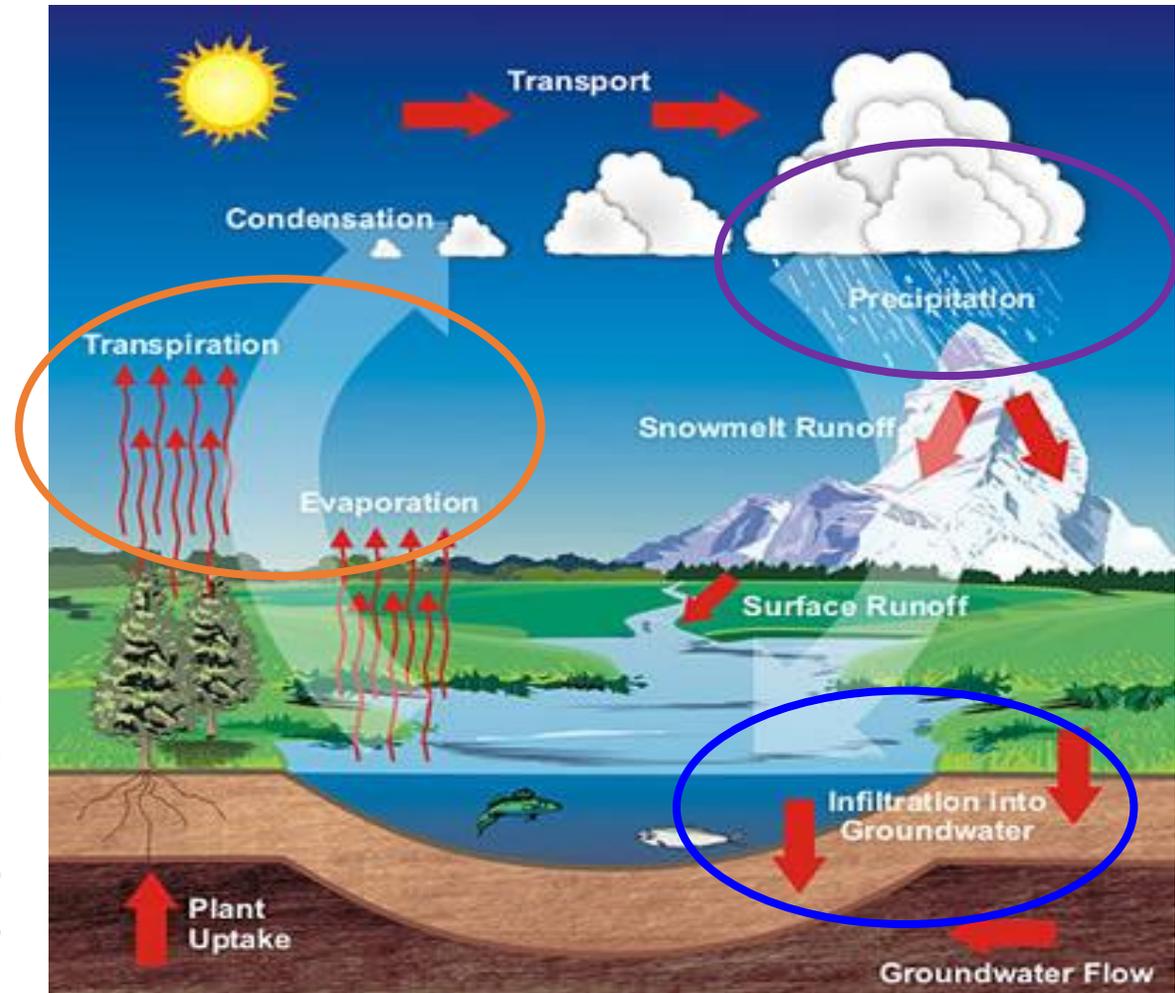
IL CICLO IDROLOGICO

TUTTA L'ACQUA FA PARTE DI UN CICLO IDROLOGICO

La variazione dello stato quantitativo di una falda acquifera è legata alla relazione tra il flusso di acqua in entrata e in uscita da un sistema.

Il bilancio idrico dipende da fattori climatici: P, ETR

Come le acque di superficie, anche quelle sotterranee dipendono dall'abbondanza e dalla distribuzione stagionale e territoriale delle piogge e delle nevi, ma a differenza delle prime, che necessariamente si esauriscono in tempi rapidi al cessare delle precipitazioni, **grazie alla capacità di stoccaggio degli acquiferi sotterranei le acque sotterranee restano disponibili anche in assenza di apporti meteorologici.**



IMPORTANZA DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE

Le risorse idriche sotterranee hanno sempre rappresentato un eccellente cuscinetto contro gli effetti della variabilità climatica sulle risorse idriche superficiali.

Ultimi decenni la risorsa idrica sotterranea negli acquiferi prealpini è risultata oggetto di un crescente utilizzo per usi civili, agricoli e industriali.

E' importante conoscere

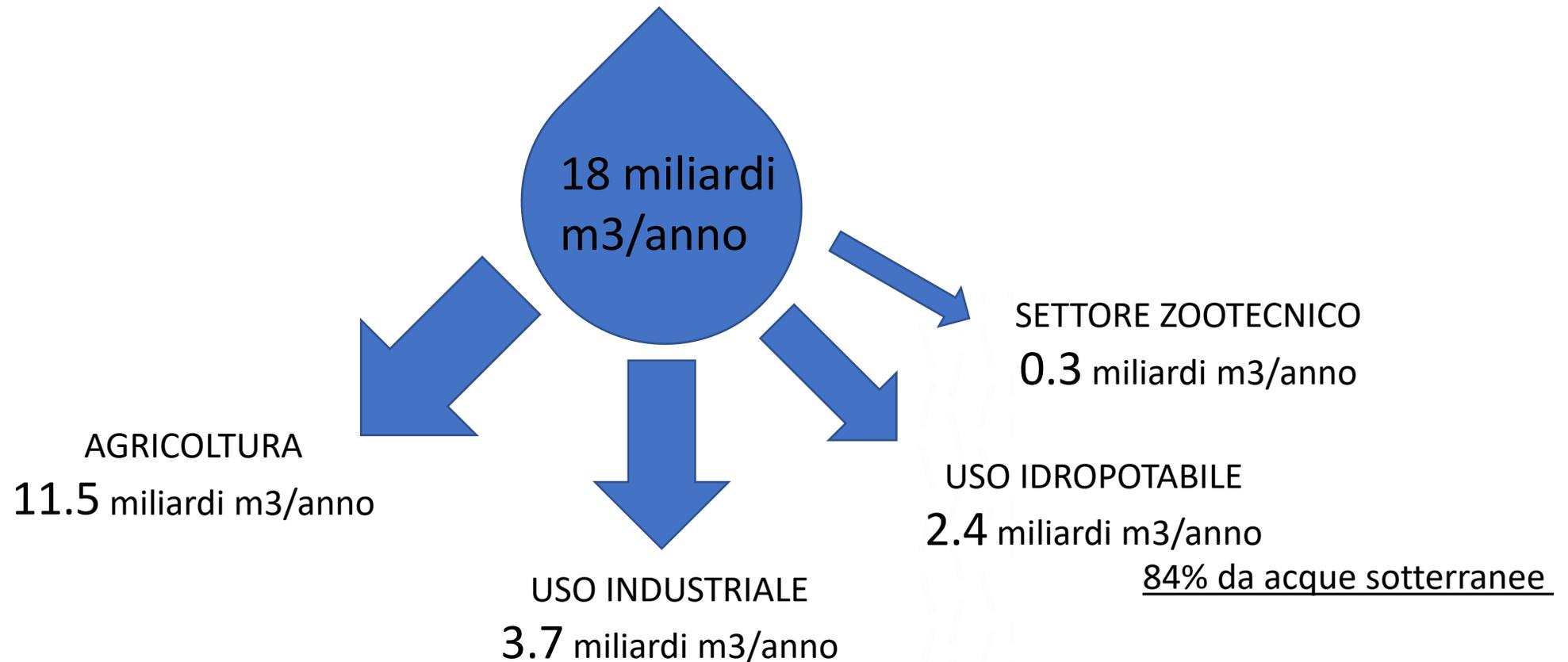
- dove si trovano
- come si rinnovano
- le modalità migliori di utilizzo (per le necessità umane, nel rispetto dell'ambiente).



DISPONIBILITA' e CONSUMI IDRICI IN ITALIA

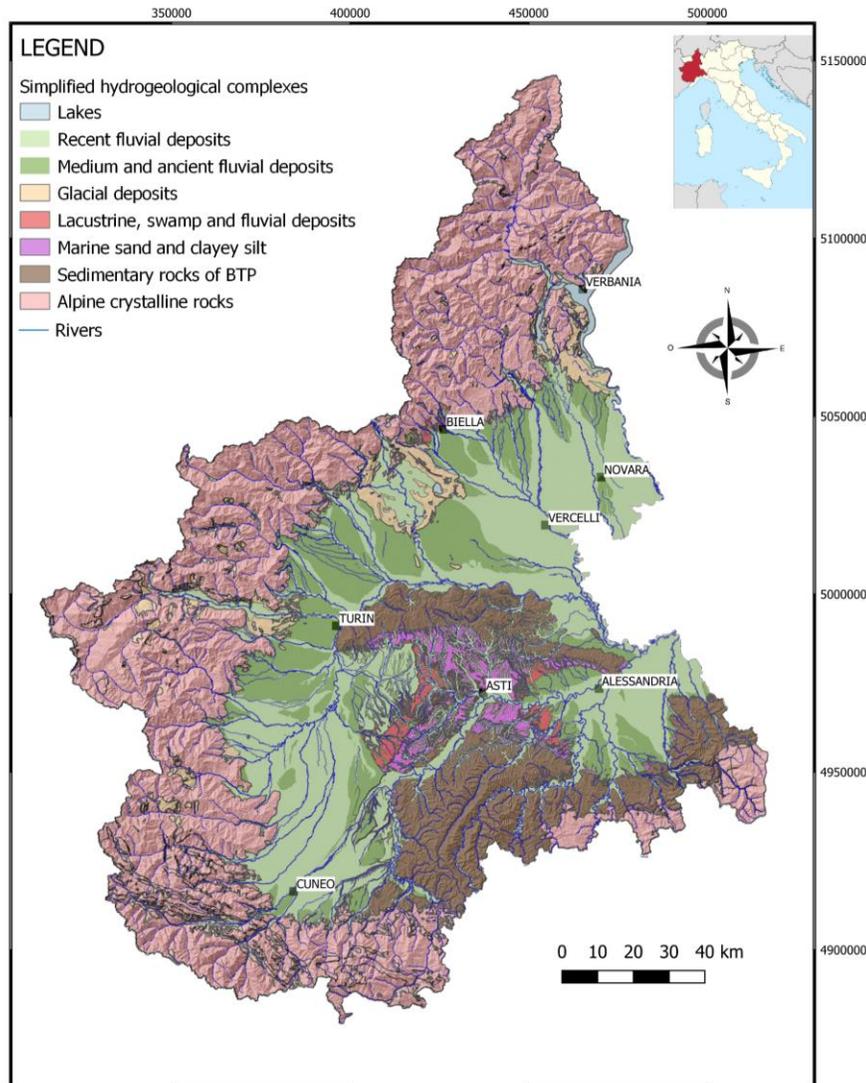
Il nostro territorio nazionale ricade in un'area ad elevata disponibilità idrica: in quasi tutti i contesti geografici l'acqua sotterranea è l'unica risorsa naturale abbondante.

Secondo i dati ufficiali ISTAT, i consumi idrici in Italia si attestano su:



In media le precipitazioni annuali registrate in Italia nel periodo 1991-2020 (valore climatico) sono state di 943 mm, pari a un afflusso annuale medio di acqua piovana di circa 285 miliardi di metri cubi.

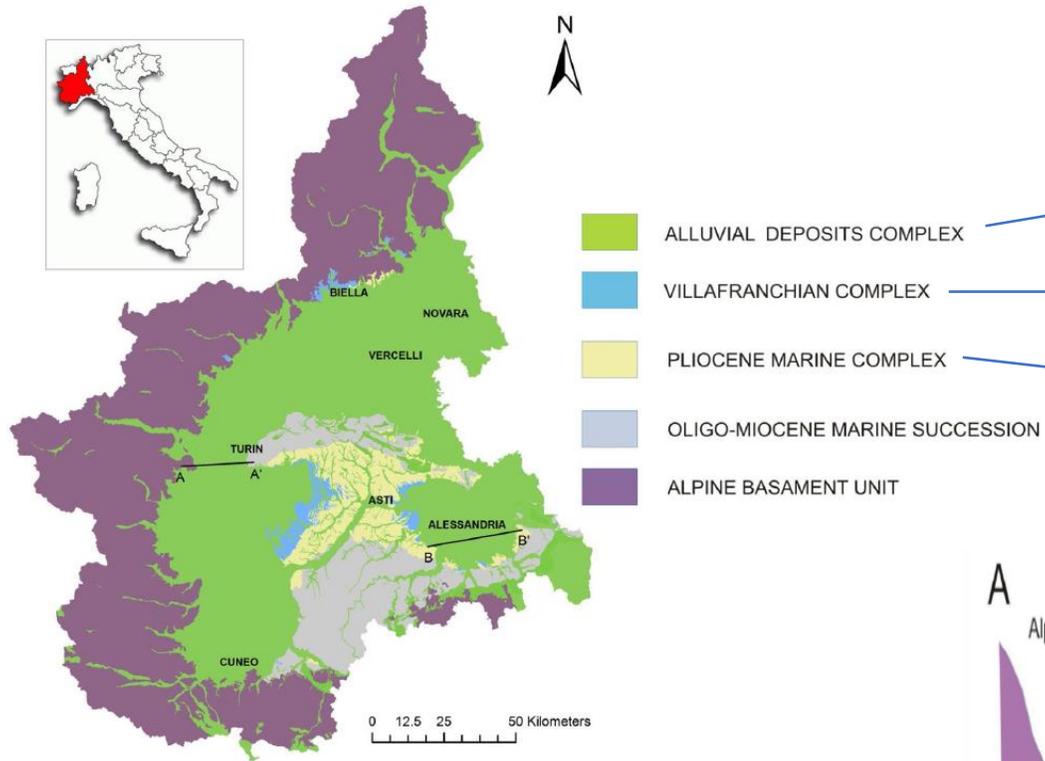
LA PIANURA PIEMONTESE



La Pianura Piemontese è la parte più occidentale della Pianura Padana, copre il 27% del territorio regionale ed è il più grande e importante serbatoio di GW della regione.

Nella Pianura Piemontese, circa il 92% dell'approvvigionamento di acqua potabile proviene dal GW. Il GW fornisce supporto alle attività agricole e industriali e contribuisce all'alimentazione dei corsi d'acqua superficiali (fiumi e laghi).

ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA PIANURA PIEMONTESE

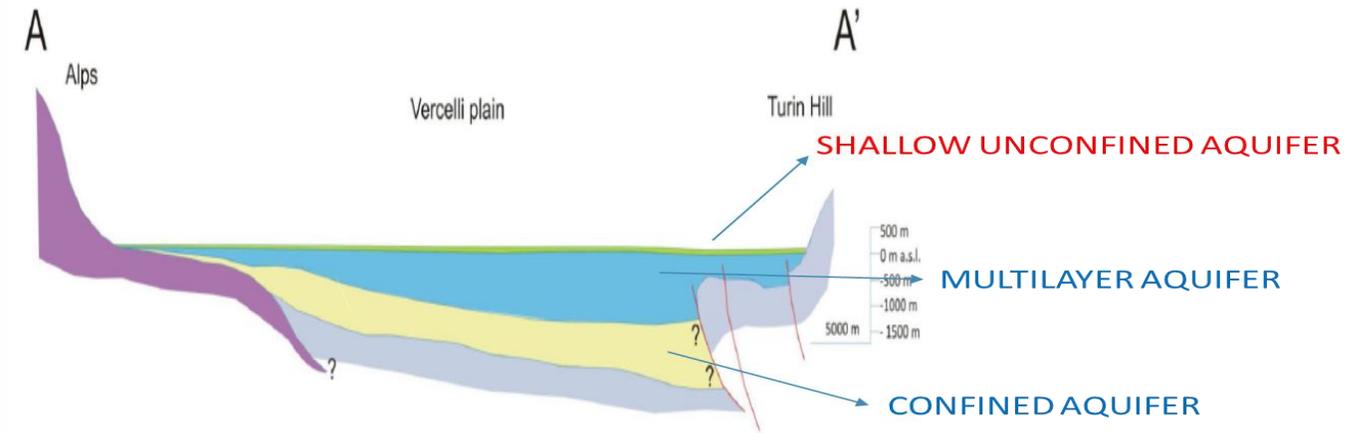


Lasagna et al. (2018). Environ Earth Sci 77:277

Acquifero superficiale libero

Acquifero multilivello

Acquifero confinato



- thickness generally ranging between 20 and 50 m
- depth to the water table vary from few meter blg (Novara –Vercelli Plain), up to 47 m blg (Cuneo Plain and northern part of Turin plain)

ASPETTI POSITIVI DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Gli acquiferi sono riserve di acqua dolce che possiedono molte caratteristiche positive:

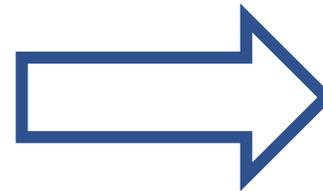
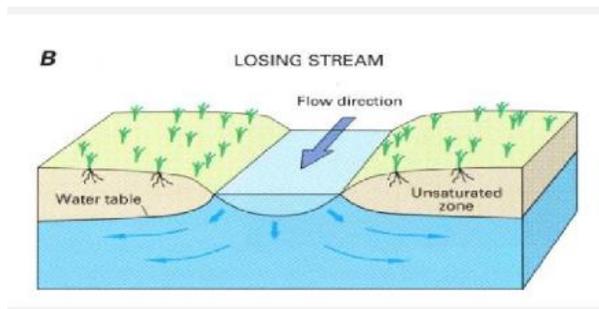
- L'acqua **sotterranea è disponibile anche in assenza di precipitazioni** ed è meno soggetta all'evaporazione
- **Elevata capacità di immagazzinamento** (alcuni acquiferi sono spessi diverse centinaia di metri se non qualche chilometro nel sottosuolo), dando vita a riserve enormi accumulate nei millenni nel sottosuolo;
- **Elevato tasso di rinnovamento della risorsa idrica sotterranea** Gli acquiferi freatici superficiali vengono ricaricati in gran parte dalle precipitazioni;
- **Elevata qualità delle acque sotterranee** (processi di autodepurazione del terreno attraverso processi chimico-fisici e protezione fenomeni di inquinamento antropici → acquiferi confinati profondi).

PRINCIPALI CAUSE CHE POSSONO DETERMINARE LA DIMINUZIONE DEL LIVELLO DI FALDA

AUMENTO DEI PRELIEVI



ALTERAZIONE DELL'ASSETTO E DELLE DINAMICHE IDROMORFOLOGICHE DEI FI UMI



AUMENTO DELLE SUPERFICI IMPERMEABILIZZATE



Contrazione dei tempi di corrivazione

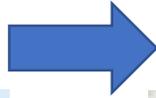


Alterazione del tasso di infiltrazione

PRINCIPALI CAUSE CHE POSSONO DETERMINARE LA DIMINUZIONE DEL LIVELLO DI FALDA

MODIFICA DEL SISTEMA DI IRRIGAZIONE

S.I. DA SCORRIMENTO



S.I. A PIOGGIA



S.I. A SOMMERSIONE



IN ASCIUTTA

CAMBIAMENTO CLIMATICO

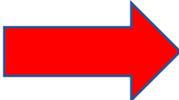
descrive una variazione delle condizioni medie, come la **temperatura** e le **precipitazioni**, in una regione per un lungo periodo di tempo.

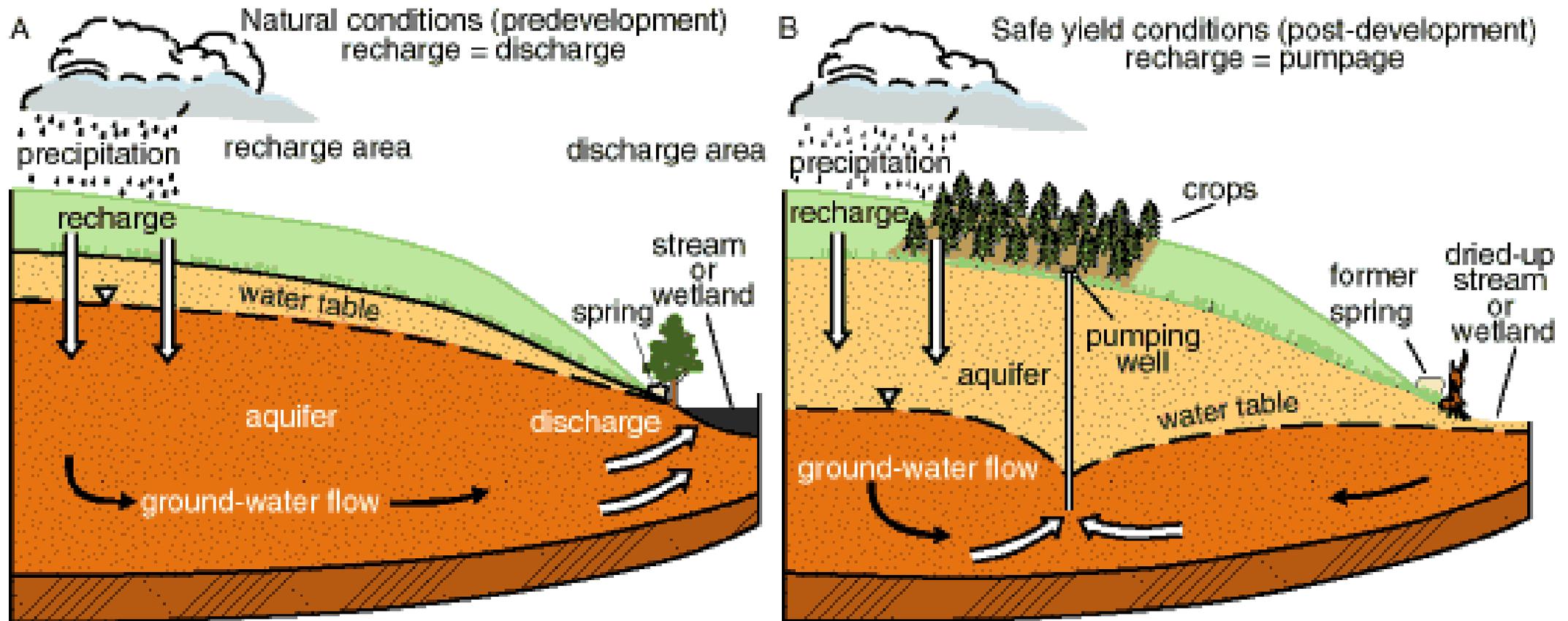
Incremento $T_w = 1.1^\circ\text{C}$ (1901- 2020)

Nonostante le acque sotterranee siano più resilienti di quelle superficiali, i cambiamenti climatici possono alterare lo stato qualitativo e quantitativo dell'acquifero.



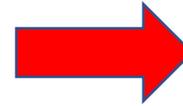
PRINCIPALI EFFETTI DI UNA DIMINUZIONE DEI LIVELLI DI FALDA

Gli effetti dell'abbassamento della falda possono essere gravi  minaccia per l'approvvigionamento di risorse idriche a scopo irriguo ma anche a fini potabili



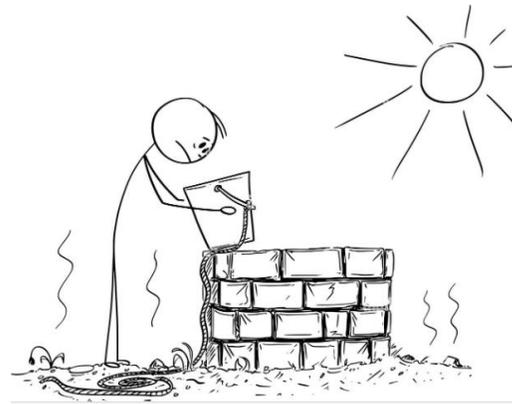
PRINCIPALI EFFETTI DI UNA DIMINUZIONE DEI LIVELLI DI FALDA

Gli effetti dell'abbassamento della falda possono essere gravi

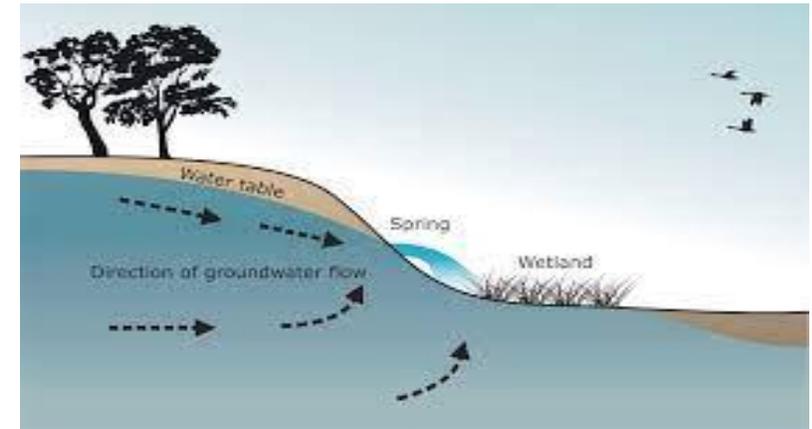


minaccia per l'approvvigionamento di risorse idriche a scopo irriguo ma anche a fini potabili

DISSECCAMENTO DEI POZZI



SCOMPARSA DELLE SORGENTI



DEPRESSURIZZAZIONE DELLE FALDE ARTESIANE E DELLE RISORGIVE



scomparsa di molti fontanili e la drastica diminuzione della portata totale dei fiumi nati da risorgiva con conseguente riduzione dell'habitat di specie vegetali ed animali

Fontanile Ulè (Vigone - Turin Plain)



July 2017



Dott. geol. Susanna MANCINI

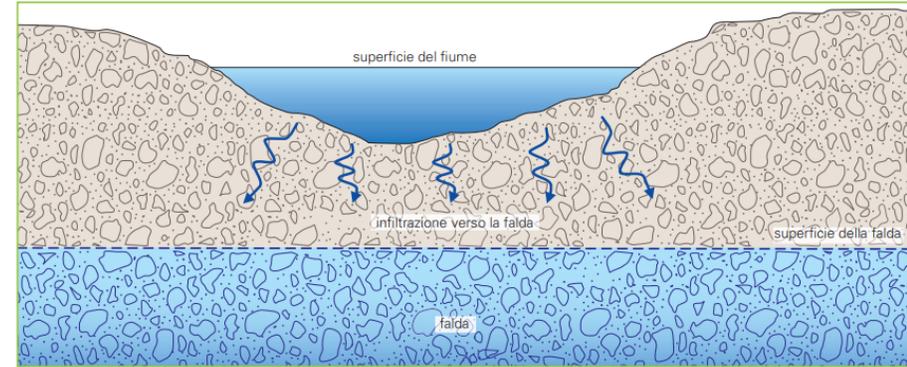


May 2022

I PROCESSI NATURALI DI INFILTRAZIONE DELLE ACQUE IN FALDA

PROCESSO DI INFILTRAZIONE DAI CORSI D'ACQUA NATURALI

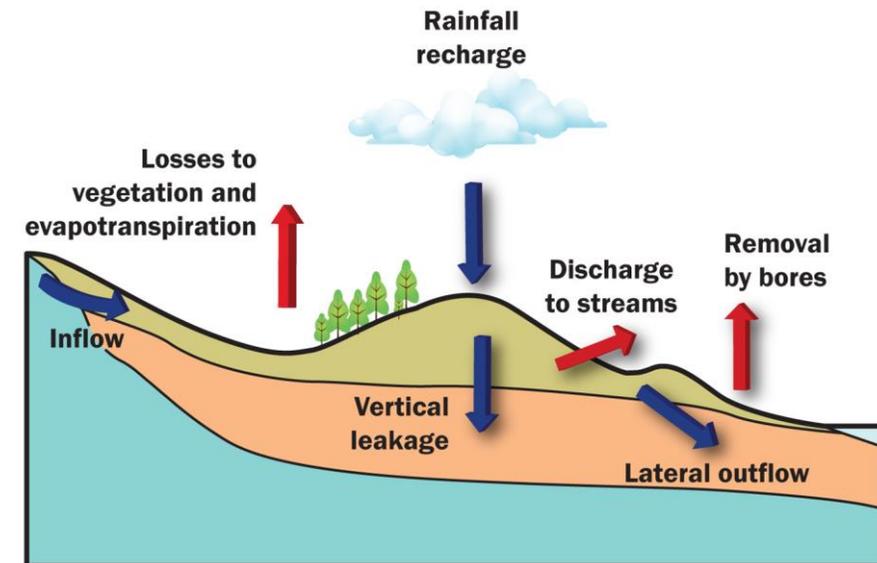
Infiltrazione dall'alveo e dal subalveo dei principali corsi d'acqua superficiali (fiumi e torrenti), favorito dalla natura grossolana (solitamente ghiaioso-sabbiosa) del sottosuolo.



INFILTRAZIONI DI ACQUA PROVENIENTI DALLE PRECIPITAZIONI METEORICHE

(pioggia, grandine, neve....)

Tale contributo è particolarmente significativo dalle aree caratterizzate da pendenze relativamente modeste del terreno ed elevata permeabilità verticale.



I PROCESSI NATURALI DI INFILTRAZIONE DELLE ACQUE IN FALDA

INFILTRAZIONE DA PERCOLAZIONE ATTRAVERSO LE AREE IRRIGATE A SCORRIMENTO

L' acqua viene distribuita sul terreno dai sistemi di irrigazione (soprattutto s.i. a scorrimento che a sommersione).

Il contributo alla ricarica della falda varia molto a seconda della modalità di irrigazione utilizzata dai vari Consorzi.

AFFLUSSI SOTTERRANEI PROVENIENTI DA ALTRI ACQUIFERI (ES. ACQUIFERI FESSURATI PRESENTI NEI RILIEVI PREALPINI)

Gli acquiferi ospitano dei corpi idrici con caratteristiche differenti a seconda del tipo di materiali che li strutturano. Nel caso di rocce cristalline o sedimentarie l'acqua circola prevalentemente lungo fratture e discontinuità (acquiferi fessurati); nel caso di rocce carbonatiche l'acqua circola lungo cavità e condotti carsici (acquiferi carsici) e nel caso di terre sciolte l'acqua riempie i vuoti presenti tra i granuli (acquiferi porosi). Qualunque sia il tipo di acquifero, l'acqua vi si accumula alimentando la falda.

I PROCESSI ARTIFICIALI DI INFILTRAZIONE DELLE ACQUE IN FALDA

LA RICARICA CONTROLLATA DEGLI ACQUIFERI (MAR – MANAGED AQUIFER RECHARGE)

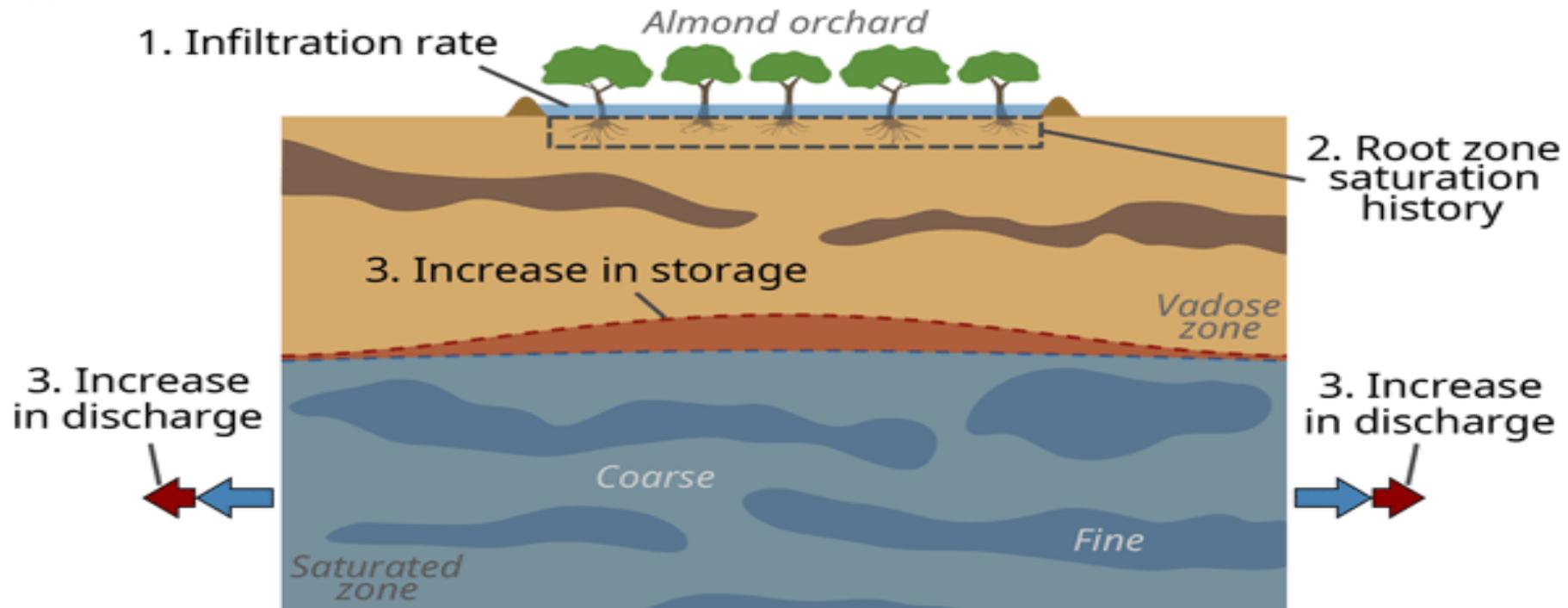
MAR -> per il ristabilimento dell'equilibrio idrico delle falde.

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

MAR -> tecnica utilizzata soprattutto aree caratterizzate da siccità.

MAR -> contribuisce al mantenimento delle nostre preziose risorse idriche e a creare forniture resilienti al clima.

MAR -> può avere diversi scopi: per un successivo recupero, beneficio ambientale o per mitigare gli impatti dell'estrazione.



OBIETTIVI DELLA RICARICA CONTROLLATA

L'efficacia dell'azione di ricarica deve essere misurata in relazione allo specifico obiettivo perseguito e le tecniche di intervento devono essere scelte di conseguenza. Esempi:

- CONSERVAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE: risparmio idrico e il riequilibrio della falda
- GARANZIA DI UN APPROVVIGIONAMENTO IDRICO
- MANTENIMENTO DI UN ECOSISTEMA SUPERFICIALE. (p.es. corsi d'acqua, boschi o aree umide di pianura a contatto con le falde).
- RIVITALIZZAZIONE DI RISORGIVE attraverso la ricarica di falde superficiali
- RICARICA PROFONDA
- UTILIZZO PER L' AGRICOLTURA IRRIGUA, L'ORTICOLTURA, LA VITICOLTURA
- APPROVVIGIONAMENTO IDRICO URBANO (es. Madrid)
- RIDUZIONE DELLE ACQUE DI PIENA
- IRRIGAZIONE DI VIVAI URBANI
- BARRIERE CONTRO L'INTRUSIONE DELL'ACQUA MARINA



TIPOLOGIE DI MAR

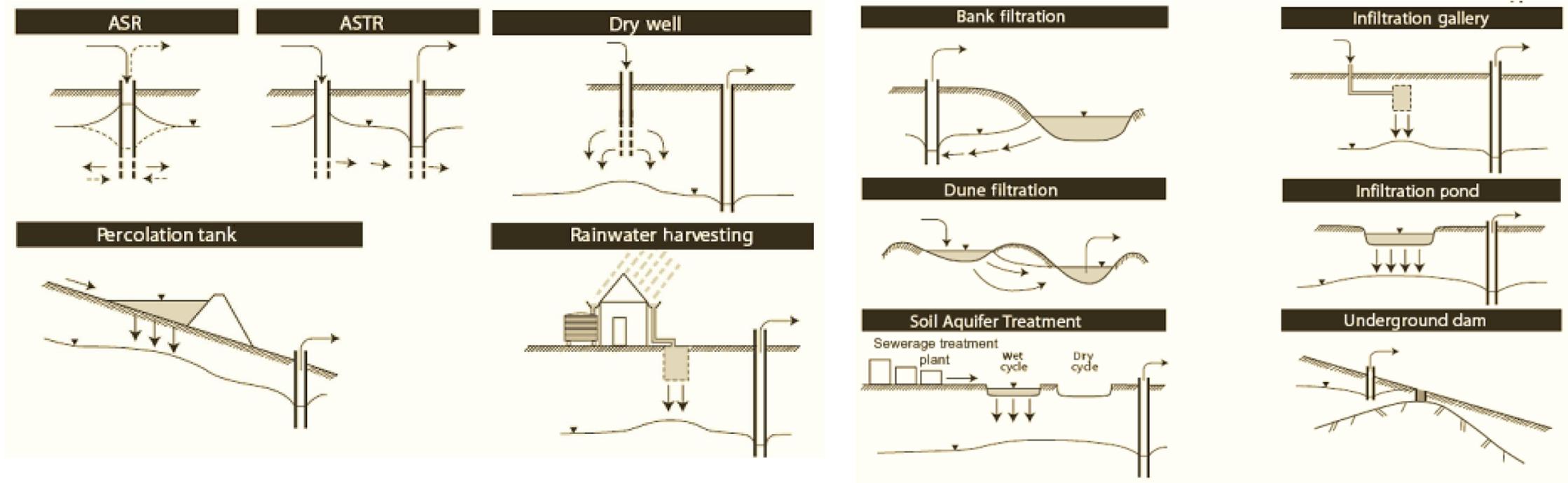
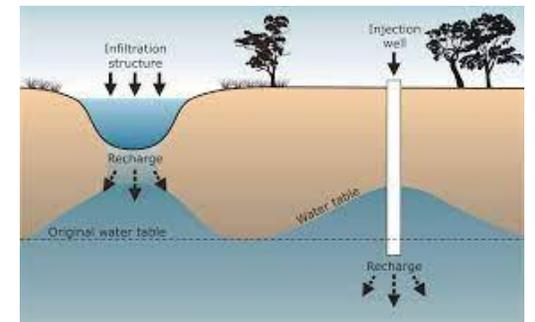
Esempi di tre scenari MAR comuni:

Ricarica mediante iniezione seguita da recupero.

Ricarica e recupero in un unico foro.

Ricarica per infiltrazione seguita da recupero.

L'infiltrazione o l'iniezione possono essere effettuate anche a vantaggio dell'ambiente senza recupero.



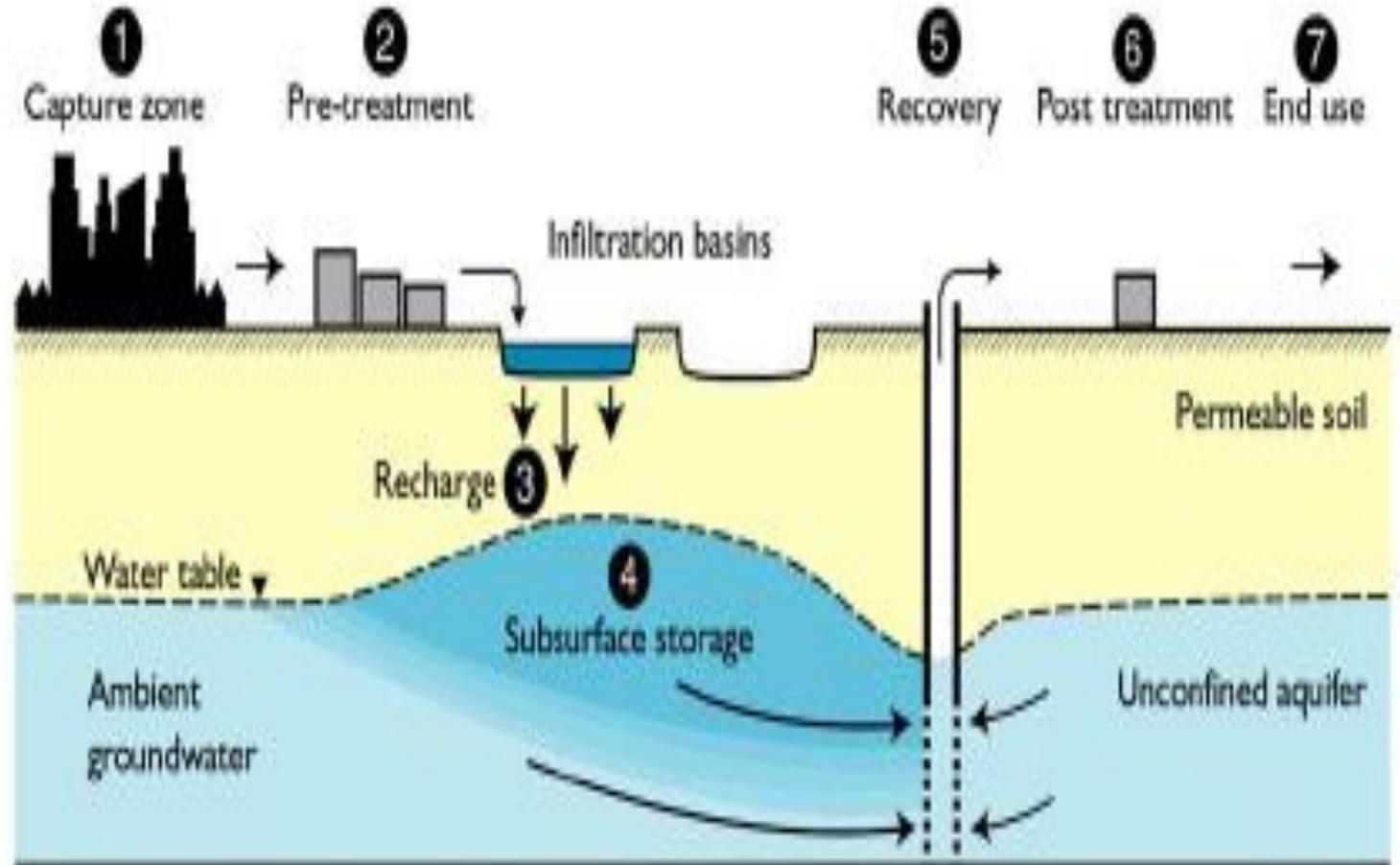
Da: AUSTRALIAN GUIDELINES FOR WATER RECYCLING: MANAGING HEALTH AND ENVIRONMENTAL RISKS (PHASE 2)

Managed Aquifer Recharge

(Natural Resource Management Ministerial Council + Environment Protection and Heritage Council + National Health and Medical Research Council 2009)

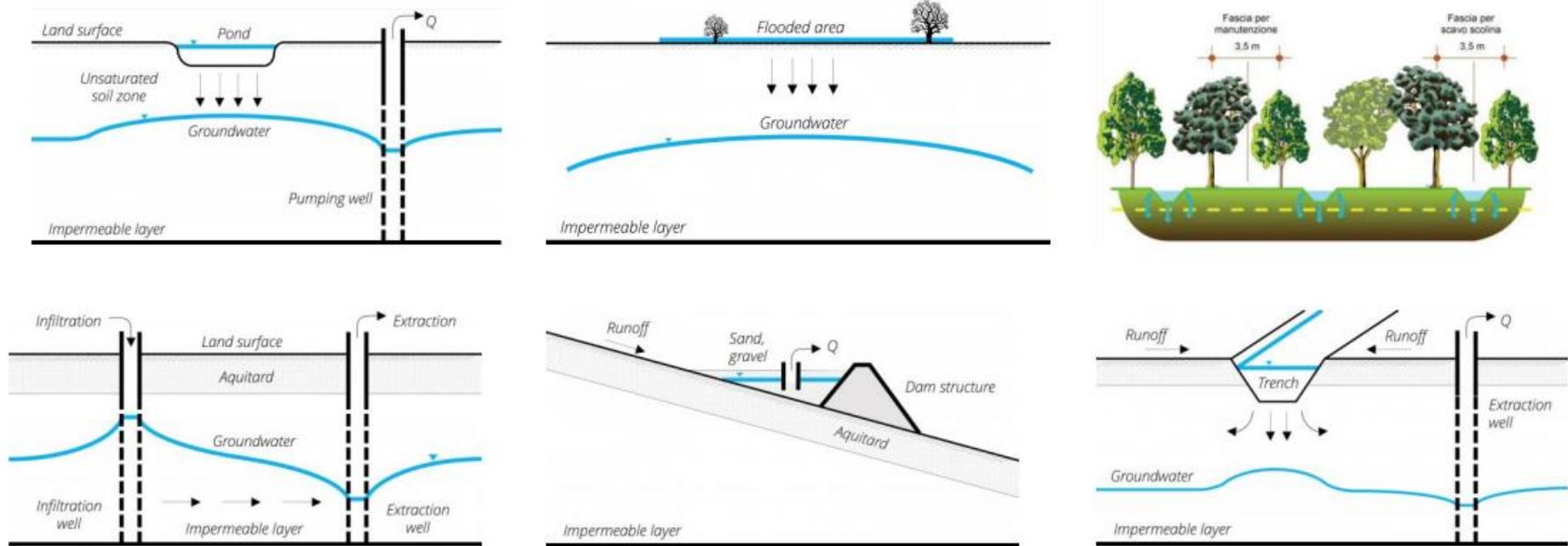
ESEMPIO DEI COMPONENTI DI UN M.A.R.

- 1) Sorgente
- 2) Pretrattamento (se necessario)
- 3) Schema di ricarica
- 4) Acquifero
- 5) Sistema di pompaggio
- 6) Post trattamento
- 7) Utenti finali



TIPOLOGIE DI MAR

Interventi localizzati: Managed Aquifer Recharge (MAR)

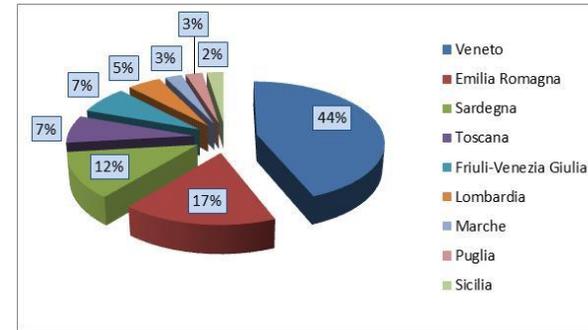


Da: AUSTRALIAN GUIDELINES FOR WATER RECYCLING: MANAGING HEALTH AND ENVIRONMENTAL RISKS (PHASE 2)

Managed Aquifer Recharge

(Natural Resource Management Ministerial Council + Environment Protection and Heritage Council + National Health and Medical Research Council 2009)

MAR IN ITALIA



Credits: Silvia Di Bartolo – Alessio Barbagli

ALCUNI PROGETTI ITALIANI

Some projects on aquifer recharge were co-financed by the European Commission mainly through the LIFE program.

- **TRUST** (*Tool for regional - scale assessment of groundwater storage improvement in adaptation to climate change, LIFE07 ENV/IT/000475; Marsala 2014*);
- **AQUOR** (*Implementation of a water saving and artificial recharging participated strategy for the quantitative groundwater layer rebalance of the upper Vicenza's plain - LIFE 2010 ENV/IT/380; Mezzalira et al. 2014*);
- **WARBO** (*Water re-born - artificial recharge: innovative technologies for the sustainable management of water resources, LIFE10 ENV/IT/000394; 2014*).

ALCUNI ESEMPI DI RICARICA CONTROLLATA DEGLI ACQUIFERI

POZZI DI INFILTRAZIONE

Tecnica 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 4-6 metri.

TRINCEE D'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 di infiltrazione, per garantire una regolare distribuzione delle acque lungo lo sviluppo della trincea.

Foto 4 e Figura 4 - Immagine e schema pozzo di infiltrazione

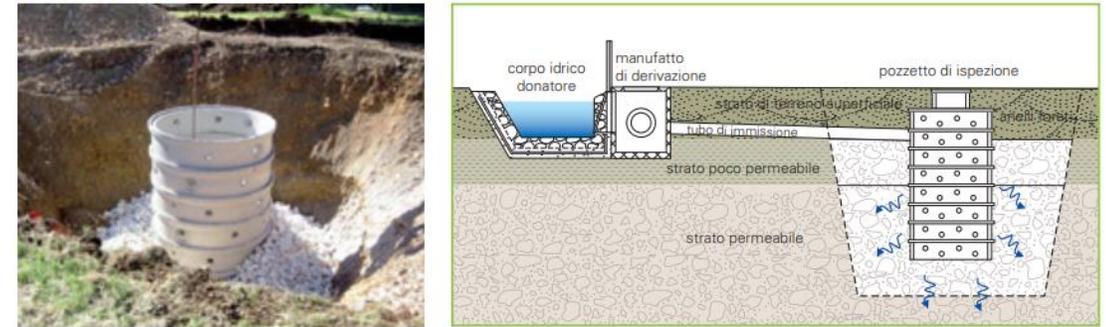
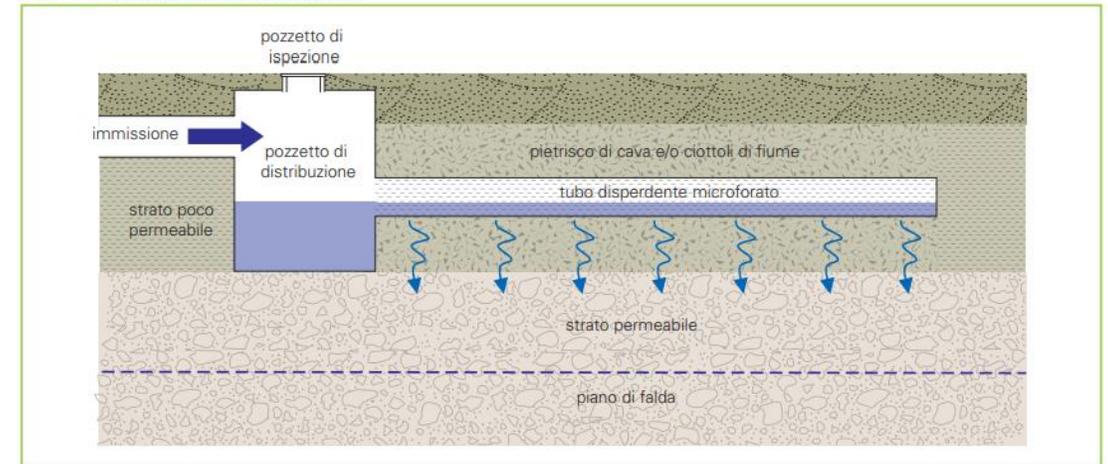
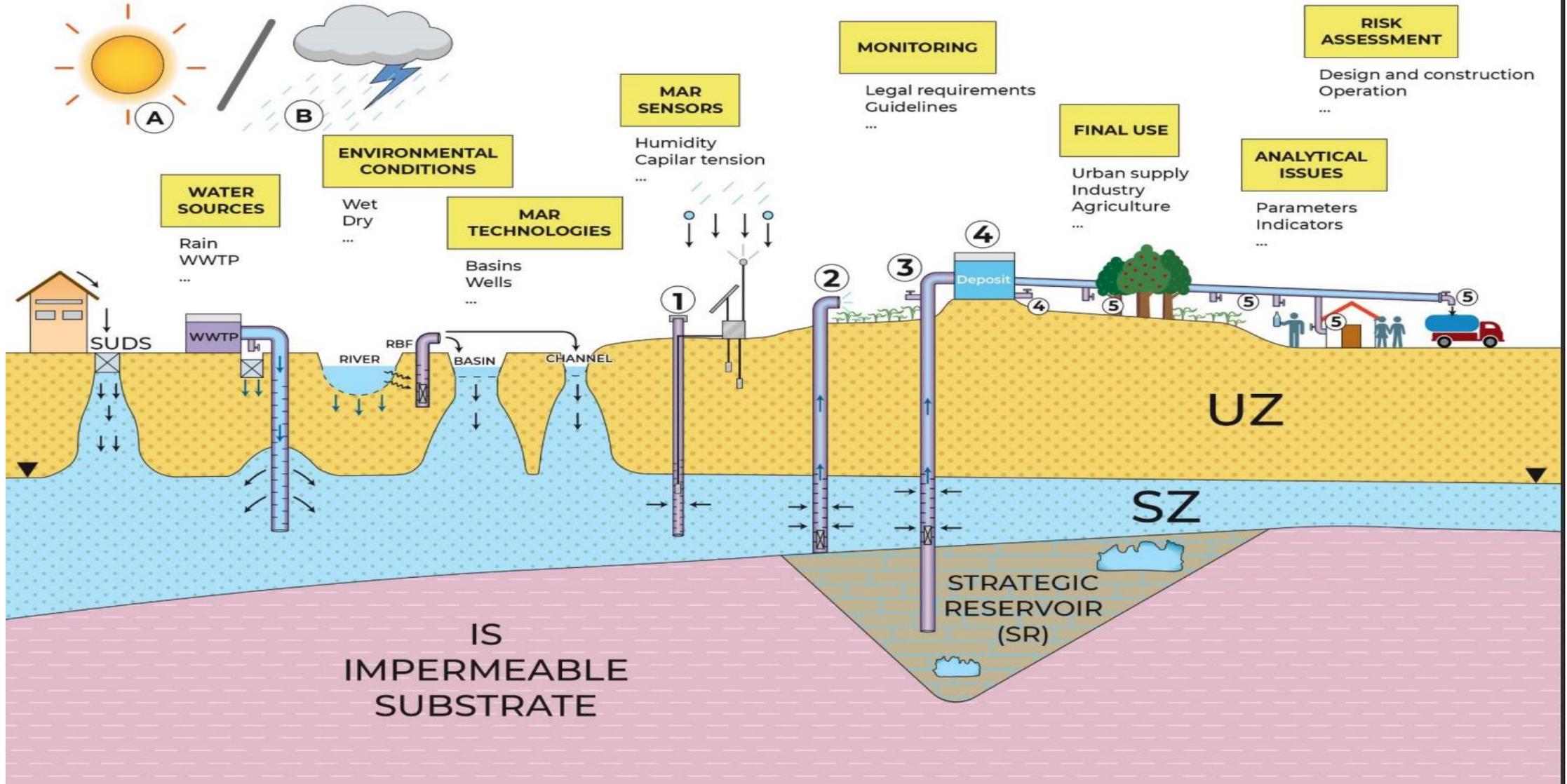


Figura 5 - Schema di trincea di infiltrazione



Hanno il vantaggio di avere basso fabbisogno di superficie e una buona capacità d'accumulo

MONITORING INTENTIONAL RECHARGE (MIR) SOIL, AQUIFER AND WATER



<https://www.mdpi.com/2073-4441/14/21/3405>

Decreto MATTM 100 del 2 maggio 2016

Decreto del ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 2 maggio 2016, n. 100 Regolamento recante criteri per il rilascio dell'autorizzazione al ravvenamento o all'accrescimento artificiale dei corpi idrici sotterranei al fine del raggiungimento dell'obiettivo di qualità, ai sensi dell'articolo 104, comma 4-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. (16G00111)

Individuazione preliminare dei corpi idrici sotterranei idonei a ricevere interventi di ricarica controllata

Individuazione preliminare dei corpi idrici donatori idonei per gli interventi di ricarica controllata (CID).

Le risorse idriche potenzialmente utilizzabili per la ricarica, purché conformi ai requisiti di cui all'articolo 3, includono:

- a) acque prelevate da corpi idrici superficiali;**
- b) acque sotterranee derivate da altri corpi idrici sotterranei;**

La configurazione minima del sistema di monitoraggio e controllo deve prevedere: 1) portate fluviali; 2) piezometria della falda acquifera in un adeguato numero di punti ed eventuali portate sorgive ad essa connesse; 3) parametri chimici e fisici atti a definire lo stato qualitativo dei corpi idrici coinvolti.

Attività di monitoraggio:

Monitoraggio ante operam

Monitoraggio post operam

Monitoraggio di prima allerta

Le autorità regionali "possono" definire i corpi idrici sotterranei idonei al ricaricamento.

Decreto MATTM 100 del 2 maggio 2016 – ALLEGATO 1

L'Allegato 1 elenca i criteri da rispettare per la concessione dell'autorizzazione a istituire uno schema MAR.

L'autorizzazione viene concessa dietro presentazione di:

- un progetto preliminare (caratterizzazione idrologica e idrogeologica di area vasta del corpo idrico sotterraneo e del tipo di MAR, fonte d'acqua)
- un progetto esecutivo (caratterizzazione dettagliata dell'area, tipo di schema MAR, valutazioni idrauliche e idrochimiche e socio-economiche).

Prima dell'avvio dell'esercizio completo devono essere forniti i seguenti elementi:

- piano di gestione
- piano di monitoraggio
- piano di emergenza

È necessario un sistema di monitoraggio dedicato:

monitoraggio discreto mensile per l'idrodinamica e l'idrochimica

durante la fase di progettazione : - monitoraggio operativo, per valutare l'efficacia del sistema e rilevare il potenziale deterioramento

durante la fase di esercizio : - monitoraggio ad alta frequenza o continuo di primo allarme - nel punto di ricarica a monte, - per arrestare il flusso di ricarica in caso di eventi di contaminazione della sorgente

VANTAGGI DELLA RICARICA CONTROLLATA DEGLI ACQUIFERI

- Contribuire a mantenere e sfruttare al meglio le nostre preziose risorse idriche;
- Creare forniture di acqua resilienti al clima. Lo stoccaggio dell'acqua nelle falde acquifere limita l'evaporazione.
- Consente la raccolta e lo stoccaggio di fonti d'acqua come l'acqua piovana e l'acqua di superficie quando in eccesso;
- Bassi costi di investimento;
- Minimo consumo di terreno;
- Potenziale utilizzo di falde acquifere salinizzate e contrasto al fenomeno di intrusione salina
- Contribuire al mantenimento della risorsa idrica superficiale (corsi d'acqua, risorgive, aree umide)
- Contribuire al mantenimento degli ecosistemi

PROBLEMI CONNESSI AGLI IMPIANTI MAR

- scarsa qualità dell'acqua da utilizzare (impianti di trattamento da progettare e utilizzare)
- progettazione inadeguata o inefficiente (ad esempio, scarsa conoscenza delle proprietà del mezzo, ecc.)
- riduzione dell'efficienza idraulica per problemi di intasamento (necessaria manutenzione periodica)
- impatti ambientali non debitamente valutati (ad es. a valle dello schema MAR)
- Impatti fisici non debitamente valutati (es. allagamento di scantinati in aree urbane)
- Impatti socio-culturali (problemi con la popolazione non abituata a queste nuove tecnologie)
- Manutenzione non pianificata dopo l'attivazione del sistema
- Attività di monitoraggio non ben progettata
- Scarsa comunicazione

In generale, l'intasamento e la manutenzione degli impianti MAR sono stati identificati come sfide operative per la sostenibilità degli schemi MAR.



CONCLUSIONI

- La MAR può contribuire al miglioramento della gestione integrata delle risorse idriche.
- Gli schemi MAR possono essere un'opzione valida per aumentare la fornitura di acque sotterranee di buona qualità e per ripristinare situazioni di squilibrio.
- La progettazione di un impianto MAR richiede un corpo idrico sotterraneo (acquifero) e una fonte di alimentazione.
- Valutazione costi/benefici e efficienza dell'impianto MAR devono essere valutati in modo approfondito
- Studi di fattibilità dovrebbero essere fatti prima di prendere una decisione
- Gli impianti MAR oltre ad una CORRETTA PROGETTAZIONE, richiedono 2 attività fondamentali:
MONITORAGGIO E MANUTENZIONE
- La mancanza di uno schema normativo limita gli impianti MAR a scala dimostrativa/pilota.
- Il riuso delle acque reflue in impianti MAR (Soil Aquifer Treatment systems) in aree ad elevata scarsità idrica, aumentano la sostenibilità di queste tecniche.
- Le conseguenze ambientali, energetiche, sanitarie e di altro tipo devono essere considerate diligentemente mentre si definiscono le potenzialità e i limiti di queste opzioni.
- Le attività di disseminazione e promozione delle tecniche MAR e dei risultati della ricerca scientifica, nel settore pubblico e privato, sono fondamentali per la realizzazione degli impianti MAR su vasta scala.



**l'ALVEARE del
PROFESSIONISTA**



grazie per l'attenzione



/ Restructura.

segui ci sulle nostre pagine social e su restructura.com