

3 - Vi racconto una storia. La storia dell'acqua sotterranea.

Antonio Dal Prà - geologo - gennaio 2021 - in tempi di pandemia

Ogni giorno ciascuno di noi consuma mediamente, per il proprio fabbisogno, circa 300 litri di acqua potabile, una quantità notevolissima, pari ad oltre 100 m³ all'anno. In Italia oltre il 85 % di quest'acqua proviene dal sottosuolo, nelle regioni del nord almeno il 95% : è l'acqua sotterranea, che viene prelevata alle sorgenti in uscita dai circuiti profondi, oppure attraverso pozzi che raggiungono l'acqua lungo il suo percorso nel sottosuolo.

Ad eccezione di casi rarissimi, l'acqua sotterranea è acqua superficiale che in qualche luogo e in qualche momento si è infiltrata nel sottosuolo : direttamente dalle piogge, oppure dalle dispersioni dei corsi d'acqua in uscita dalle valli montane, o dalle irrigazioni a scorrimento.

L'acqua superficiale degli afflussi meteorici, dei fiumi disperdenti, delle irrigazioni scende in profondità nelle zone dove i materiali che compongono il sottosuolo sono permeabili, come le ghiaie e le sabbie alluvionali, le masse rocciose fratturate, oppure i massicci calcarei carsici. Queste zone si chiamano aree di alimentazione o di ricarica dei circuiti idrici sotterranei. La ricarica avviene periodicamente, durante le stagioni piovose, durante le piene dei fiumi, durante i periodi irrigui.

Qui comincia la storia. Dalle aree di infiltrazione le acque scendono in profondità fino a raggiungere una struttura geologica impermeabile, come strati di argille e limi, o roccia argillosa-marnosa, o roccia non fratturata, che impedisce la discesa e qui si accumulano a formare le falde nei materiali sciolti o le grandi riserve idriche nei massicci rocciosi.

Normalmente le acque sotterranee sono in movimento, sollecitate dalla forza di gravità che le spinge dai punti a quota maggiore verso i punti a minore quota (gradiente idraulico). Solo in rari casi le acque sotterranee sono stagnanti : per esempio, sono note grandi falde stagnanti profonde nel sottosuolo del deserto del Sahara, formatesi in un passato lontano, quando il clima locale consentiva le piogge e le infiltrazioni.

Il deflusso delle acque sotterranee nei materiali sciolti che alloggiavano le falde è regolato dalla famosa legge di Darcy : $Q = K S i$, dove Q è la portata di deflusso, K la permeabilità dei materiali, S la sezione di filtrazione della falda e i il gradiente idraulico.

Il percorso delle acque sotterranee nel sottosuolo ha lunghezze molto diverse, da poche centinaia di metri, per esempio nei ghiaioni detritici al piede dei versanti montani, fino a varie decine di km delle grandi falde nelle estese pianure alluvionali padane. Anche i dislivelli superati sono molto differenti : da gradienti molto bassi di qualche metro/1000 delle falde di pianura fino ai salti di oltre 1000 m di quota nei circuiti carsici, come nei massicci del Grappa, dell'Altopiano di Asiago, del Carso Triestino. Le sorgenti carsiche di questi massicci hanno portate molto elevate : le sorgenti di Oliero sul Brenta ai piedi dell'altopiano di Asiago, quelle dello Schievenin ai piedi del Grappa e quelle del Timavo presso Trieste mostrano valori di anche molti m³/secondo.

Le velocità di deflusso delle acque sotterranee dipendono dal gradiente idraulico e dalla permeabilità dei materiali acquiferi, e variano moltissimo da un caso all'altro. Nelle grandi falde delle pianure alluvionali ghiaiose dell'Italia settentrionale (Veneto, Lombardia, Friuli) le velocità sono dell'ordine di pochi metri al giorno. Nei materiali sabbioso-limosi delle basse pianure le

acque sotterranee sono quasi stagnanti, con velocità di alcuni metri all'anno. Al contrario, nei circuiti carsici le acque defluiscono in modo velocissimo, a causa del forte gradiente idraulico e delle grandi dimensioni delle fessurazioni della roccia : qui i valori si aggirano sui molti metri al secondo. Le velocità vengono misurate utilizzando sostanze traccianti (coloranti o sali solubili) immesse entro il circuito sotterraneo su un pozzo o una fessura della roccia, e rintracciate a valle in un punto di osservazione : misurando il tempo t consumato dal tracciante a percorrere il tragitto s tra i due punti , si calcola la velocità ($V = s/t$) . Dalla legge di Darcy , valida per i materiali sciolti (nei quali i moti idrici non sono turbolenti) , risulta che la velocità $V = K i / Pe$, dove Pe è la porosità efficace del materiale acquifero. Si nota che la velocità dipende dalla permeabilità e dal gradiente idraulico.

Le acque sotterranee mostrano un regime idraulico caratterizzato da fasi di piena e di magra, in relazione alla periodicità degli eventi di ricarica da parte delle acque superficiali nelle aree di alimentazione . Le differenti fasi si osservano in falda con le oscillazioni della superficie freatica che si misura nei pozzi , oppure alle sorgenti con le variazioni di portata. Nelle falde delle pianure, le fasi di piena subiscono ritardi di anche un mese rispetto al processo di alimentazione. Nei circuiti carsici i ritardi sono invece molto ridotti, con dimensioni anche di poche ore, a causa della grande permeabilità delle rocce e del rilevante gradiente idraulico : il fenomeno è ben noto alle sorgenti carsiche, che risentono quasi subito delle piogge che cadono nelle aree di ricarica montane.

Nella loro discesa a valle le acque sotterranee possono penetrare entro strati permeabili ghiaioso-sabbiosi contenuti al tetto e al letto da strati impermeabili argilloso-limosi, entrando in pressione per il carico idraulico di monte : queste falde in pressione, raggiunte da pozzi ,possono fornire acque risalenti o anche zampillanti sopra il piano di campagna. Sono le note falde artesiane.

Nel sottosuolo le acque assumono la temperatura dei materiali entro i quali si svolge il loro percorso. Nei deflussi poco profondi, entro i 30 – 40 m dal suolo, la temperatura delle acque assume valori simili a quella dell'aria esterna. A maggiori profondità le acque sono più calde, risentendo dell'effetto del gradiente geotermico terrestre. E' noto che il calore del sottosuolo aumenta mediamente di 3° ogni 100 m di profondità a partire da un livello neutro posto a 30-50 m sotto il piano di campagna, dove la temperatura è costante e pari alla temperatura media esterna. Pertanto anche le acque più scendono in profondità e più si riscaldano. Un pozzo profondo 500 m , alle nostre latitudini fornisce acque calde a circa 45-50°.

Quando le acque sotterranee scendono a grandi profondità , 2500 - 3000 m , raggiungono temperature prossime ai 100° . Se risalgono rapidamente in superficie attraverso strutture geologiche favorevoli danno luogo al noto fenomeno delle "acque termali". In Italia sono conosciute numerose manifestazioni idrotermali, con acque di 40-70°, come nel noto Distretto Euganeo (Abano, Montegrotto, Battaglia, Galzignano) nel padovano, o di Sirmione sul lago di Garda. Le acque termali, che in uscita dalle sorgenti e dai pozzi mostrano temperature talora molto elevate (ad Abano anche 80°) , sono utilizzate a scopi terapeutici , per piscine e anche per riscaldamento interno di alberghi.

In certi casi , pozzi profondi raggiungono nel sottosuolo circuiti idrici di acqua calda in roccia a 2000-3000 sotto il piano di campagna. L'acqua termale viene estratta all'esterno mediante pompe e utilizzata per il riscaldamento.

Sono rarissimi i casi di manifestazioni idrotermali con origine diversa da quella geotermica sopra descritta. Questi casi normalmente sono legati al riscaldamento di acque di infiltrazione superficiale ad opera di calore vulcanico di qualche corpo eruttivo ancora in attività

Lungo le coste dei mari sono note, nell'immediato entroterra, falde di acqua dolce galleggianti sopra le acque salate di intrusione marina. Il fenomeno è consentito dalla differenza di densità delle due acque, che impedisce il loro mescolamento, in condizioni di quiete.

Nella fascia mediana delle grandi pianure delle regioni settentrionali si manifesta il fenomeno dei fontanili o risorgive: sono tipiche sorgenti di pianura determinate dall'emergenza della falda freatica sul piano di campagna, al piede delle grandi conoidi alluvionali ghiaiose. Queste sorgenti sono presenti a centinaia, lungo una fascia orientata da est ad ovest, determinando una caratteristica rete di torrenti perenni: uno dei più famosi è il fiume Sile nel Trevigiano.

Tutte le acque sotterranee contengono sostanze chimiche saline in soluzione. Il nostro avo Plinio il Vecchio, storico e naturalista romano, che tra l'altro morì per le esalazioni vulcaniche durante l'eruzione del Vesuvio e la distruzione di Pompei nel 79 d.C., in un suo saggio sulle acque sotterranee scrisse: "*tales sunt aquae qualis est terra per quam fluunt*", volendo indicare che il contenuto salino delle acque sotterranee dipende dalla composizione mineralogica delle rocce e dei materiali sciolti entro i quali si svolge il percorso idrico. Le acque sotterranee acquisiscono vari tipi di sali nel loro tragitto sotterraneo svolgendo una continua e prolungata attività solvente sui minerali delle rocce. Le rocce che forniscono le maggiori quantità di sali sono i depositi di salgemma, gli strati di materiali gessosi, i calcari e le dolomie. Le sostanze più comuni presenti in soluzione nelle acque sotterranee sono solfati, bicarbonati, cloruri di calcio, di magnesio, di sodio e di potassio.

Le acque sotterranee hanno salinità molto varie, dipendenti come qualità e quantità dalla lunghezza del tragitto percorso, dai tempi di permanenza nel sottosuolo, dal tipo di rocce attraversate. Molte acque hanno contenuti salini molto elevati, da non poter essere utilizzate a scopo potabile o per l'irrigazione. Altre sono invece molto pure, con pochissimi sali in soluzione, al limite di essere dannose se utilizzate per bere. L'O.M.S. (Organizzazione Mondiale della Sanità) indica come limite massimo di salinità per le acque potabili un contenuto di 1.5 g/l.

In Italia sono attive molte industrie che imbottigliano acqua da tavola, oligominerali o minerali (a seconda della loro salinità) prelevandole da sorgenti montane oppure da pozzi che attingono alle falde. Si tratta di comuni acque sotterranee, particolarmente protette, controllate, batteriologicamente pure e ben pubblicizzate.

Le risorse di acqua sotterranea rappresentano, soprattutto per le regioni del nord Italia che sono ricche di falde e di grandi sorgenti, un bene di inestimabile valore, sociale ed economico, fornendo il fabbisogno idrico ad alcuni milioni di abitanti, con abbondanza e con buona qualità e a prezzo contenuto. Per questo occorre proteggere e conservare questa risorsa, frutto di benessere, con una saggia politica di gestione, che tuttavia spesso manca.

Lo sviluppo del benessere della popolazione richiede un continuo aumento della richiesta di acqua potabile e le quantità disponibili stanno dando evidenti segni di diminuzione. Le riserve sotterranee si potrebbero tuttavia aumentare, favorendo le infiltrazioni d'acqua nel sottosuolo nelle aree di ricarica delle falde (alvei fluviali disperdenti) o realizzando serbatoi disperdenti ove

immettere acque superficiali di fiumi e torrenti nelle fasi di piena . Efficace potrebbe risultare una politica di risparmio, rifacendo quelle parti di reti acquedottistiche di distribuzione che ora perdono il 30-40% dell'acqua. E sono centinaia di km. Oppure evitando di utilizzare acqua potabile per servizi che non richiedono la potabilità, come gli sciacquoni dei bagni e l'irrigazione di giardini e orti.

Quando si parla di risparmi , perché siano significativi occorre far riferimento a grandi numeri, e non a ridurre l'acqua della pulizia dei denti.

Più difficile e problematica è la protezione qualitativa delle risorse idriche sotterranee. Sono noti in Italia, soprattutto nelle pianure alluvionali settentrionali, centinaia di casi di contaminazione delle acque di falda da sostanze chimiche inquinanti che, deposte al suolo , sono penetrate in profondità raggiungendo e contaminando le acque sotterranee. I grandi inquinatori sono le industrie e l'agricoltura, che usano o producono solventi, detergenti, lubrificanti, cromo, carburanti, pesticidi, insetticidi, fungicidi, diserbanti. E' sufficiente una bottiglia da 1 litro di trielina, che anche noi usiamo nelle nostre case, per contaminare un milione di m³ di acqua. Le contaminazioni da prodotti chimici , provenienti da discariche o da sversamenti industriali sono molto persistenti : possono durare in falda decine di anni, provocando danni ingentissimi alle acque. Nel tempo le sostanze inquinanti, raggiunta la falda, possono scendere a valle per decine di km. Le acque contaminate possono essere depurate con vari sistemi : direttamente entro i materiali acquiferi del sottosuolo, con prodotti chimici ; oppure emungendo all'esterno l'acqua con pozzi e trattandola con carboni attivi.