

(3) Alcune considerazioni sul problema del bilancio idrologico

Per due terzi la superficie della Terra è coperta di acqua, in gran parte salmastra di mari ed oceani, ma se si considerasse anche l'acqua sotterranea, la proporzione s'accrescerebbe ancor di più, probabilmente approssimandosi all'intero globo. È nozione comune che anche nel più arido deserto si incontra l'acqua, scavando più o meno in profondità, sia dolce ma anche salmastra.

Nelle pianure alluvionali - quindi costituite da strati di depositi, quasi sempre incoerenti, prodotti dall'erosione delle alture al contorno - quale è anche la pianura Padana, la presenza di acqua nel sottosuolo è una certezza.

Ma la certezza di questa preziosissima risorsa, nelle nostre terre ancora abbondante, non giustifica comportamenti imprudenti se non, purtroppo in molti casi, irresponsabili, poiché l'acqua sotterranea ha un debolezza intrinseca, rispetto agli Usi pei quali viene estratta: è nascosta.

Vedere un corso d'acqua inquinato oppure che s'asciuga, magari in estate quando se ne preleva l'acqua per l'irrigazione, porta all'immediata e condivisibile riprovazione. Sapere di una falda freatica che s'abbassa in modo eccessivo o di un'artesia che perde pressione o un di inquinamento che si insinua in profondità, non porta ad altrettanta, intensa reazione; a volte non porta ad alcunchè!

Eppure l'acqua sotterranea soffre di ben più numerosi rischi rispetto all'acqua superficiale, non soltanto per questo suo essere nascosta alla vista, ma anche perché dominata da equilibri e da interazioni con l'ambiente assai più delicati.

Dal punto di vista qualitativo la questione parrebbe, di primo acchito, banale: una volta che le analisi chimico/fisiche/biologiche attestino che la qualità è consona all'uso, con particolare preoccupazione per l'Uso civile/potabile, pare non esservi altro problema; così appare orientarsi la normativa specifica, impegnata a prescrivere limiti sempre più restrittivi per il contenuto delle sostanze disciolte e dei principali parametri di qualità.

Per diretta conseguenza, per non dire per reazione, il crescente ridursi delle concentrazioni ammissibili, delle sostanze presenti nelle acque utilizzate, ha portato ad un approfondimento dei punti di captazione, valutato meno gravoso rispetto ai più impegnativi trattamenti di depurazione/potabilizzazione, esaltando i rischi ed innescando nuove criticità.

Ma i problemi dell'acqua tutta, nella sua frazione dolce ed in particolare dell'acqua sotterranea, non sono né possono essere soltanto qualitativi anzi; dovrebbe innanzitutto dominare un'altra preoccupazione: la quantità disponibile.

V'è certezza che l'acqua dolce presente nel sottosuolo della pianura Padana si spinge sino ad una profondità oltre la quale c'è roccia o, più frequentemente, acqua salmastra 'fossile'. Raggiungere con gli emungimenti quel livello, al quale in alcune aree s'è già prossimi, sarebbe un fatto gravissimo.

Il pompaggio dal sottosuolo, inoltre, accresce la tendenza allo sprofondamento delle acque sotterranee più superficiali, già più o meno compromesse dal punto di vista qualitativo, secondo una reazione a catena che produce effetti irreversibili.

In uno schematismo drastico ma efficace, possiamo definire il sottosuolo come un grandissimo serbatoio, colmo di materiali d'erosione – ghiaie, sabbie, limi, argille - in strati più o meno tra loro idraulicamente isolati o, per meglio dire, comunicanti in diverso modo. In questo serbatoio è presente un flusso continuo di acqua, che in esso percola dalla superficie e che da esso se ne esce perché giunta al limite delle acque salmastre o perché estratta con pozzi e sorgenti: un serbatoio, cioè, dove l'equilibrio tra l'acqua che entra e quella che esce dovrebbe essere il principale parametro di controllo.

È infatti necessario saper rispondere alla seguente domanda, ancor più importante della 'questione qualità': *"Quanta è l'acqua sotterranea disponibile?"*.

Se di serbatoio si può parlare, allora è indispensabile comprendere se l'acqua che da esso si toglie o se n'esce sia più o meno rispetto a quella che vi giunge: un aspetto solo apparentemente banale ma assai complesso e, purtroppo, neppure tanto considerato dalla normativa vigente.

La complessità del problema non può giustificare né il disimpegno, né la presunzione di poterlo comprendere in ogni suo aspetto. Con le tecnologie disponibili e, cosa non certo secondaria, le risorse economiche che si possono reperire, il processo della conoscenza non può che procedere per passi successivi, più o meno ampi, seguendo però un percorso comune, diremmo – per usare una terminologia appropriata, della quale ormai si abusa – un programma strategico, fatto di rilevamenti tra loro coerenti ed analisi significative.

Certo è che un parametro di grande significato è il poter disporre del livello più superficiale delle acque sotterranee, detto livello della falda freatica, che altro non è se non il livello di riempimento del nostro serbatoio territoriale.

Non v'è infatti alcun dubbio che l'eccesso di prelievo, a qualsiasi profondità esso avvenga, produce, anche in luoghi fisicamente distanti, una diminuzione del livello della falda freatica.

Il monitoraggio dell'andamento di questo livello diventa così uno dei pilastri sui quali dovrebbe basarsi la sorveglianza sulla quantità delle acque disponibili nel sottosuolo.

Molto in questa direzione si sta già facendo, soprattutto da parte di Pubbliche Amministrazioni, ma la necessità è di tale dimensione che gli sforzi fatti appaiono ancora inadeguati. Questo lavoro vuol dare così il proprio contributo; un piccolo passo, che crediamo significativo.

Quando si parla di bilancio idrologico di un territorio è necessario acquisire il limite invalicabile di una certa approssimazione, in tutto legata alle risorse economiche disponibili, pur nella consapevolezza di mai poter raggiungere dati perfettamente corrispondenti alla realtà.

Del resto, è frequente, soprattutto quando si parla di acque territoriali, l'ottenere misure soltanto prossime all'esattezza, ritenendo già sufficienti approssimazioni di qualche punto percentuale. Nella misura delle acque correnti, ancor oggi, pur disponendo di sofisticatissime apparecchiature, è data per accettata una precisione del $\pm 5\%$ o, nella migliore delle ipotesi, *superiore al 95%*.

In qualsiasi bilancio idrologico di un territorio, precisioni di questo livello sono inimmaginabili!

Prezioso già sarebbe il poter dare l'ordine di grandezza dei flussi in gioco e, soprattutto, delle reciproche connessioni, individuando i legami, nella misura e nel tempo, dei movimenti dell'acqua tra le diverse zone.

A fronte dell'estrema complicazione dell'indagine, il concetto di bilancio idrologico è straordinariamente banale: valutare quanta sia l'acqua presente in una porzione di territorio, sia essa superficiale o sotterranea, l'una all'altra strettamente legata.

Può sembrare paradossale, ma è una realtà: il dato meno noto, perché in gran parte sconosciuto, sebbene essenziale per condurre il miglior bilancio idrologico di un'area è costituito dalle quantità di acqua che viene estratta dal sottosuolo e, in parte meno accentuata, dai corsi d'acqua superficiali.

Non sono infatti sufficienti i dati che annualmente vengono presentati alle Province, le denunce annuali delle acque prelevate, perché questa voce sia sufficientemente quantificata.

Gran parte di questi dati - che peraltro non ci risultano siano oggetto di elaborazione alcuna, da parte degli enti pubblici che li raccolgono e conservano - non discendono da misurazioni, ma da stime, approssimate a piacimento, condotte dai titolari di Concessione, costretti, pena una sanzione amministrativa non irrilevante, a presentare l'annuale comunicazione. La questione dunque è la mancata affidabilità di questa fonte che però non costituisce la causa della maggior incognita: c'è motivo di credere che il numero di coloro che utilizzano le acque in assenza di Concessione non sia piccolo, pur essendo sconosciuto.

Affrontare il tema del bilancio idrologico di un'area senza disporre dei prelievi artificiali, che dovrebbero - secondo la Legge - essere sempre noti e certi, è impresa ardua. Nelle migliori delle ipotesi si accettano stime di questo abusivismo idrico, accettando dunque di partire da un dato sconosciuto ma probabilmente assai lontano dalla realtà.

Abbiamo visto quanta incertezza vi sia nei dati sugli usi delle acque. Purtroppo non si vive una situazione più incoraggiante dall'altro capo del problema: i dati idrologici, che dovrebbero rappresentare l'offerta di risorsa del territorio.

Il monitoraggio idrometeorologico è un'attività fondamentale per conoscere lo stato delle risorse idriche in una determinata area, seguirne l'evoluzione e poterne pianificare e gestire gli utilizzi. Esso riveste evidentemente notevole interesse ed importanza anche per l'attività irrigua.

Le notevoli difficoltà nell'efficace azione di monitoraggio quantitativo dell'acqua territoriale, dovute all'oggettiva complessità dei fenomeni e delle situazioni - naturali e non - che governano il suo movimento sopra e sotto terra, non giustificano il periodo di grave disorganizzazione e di regressione culturale nel quale versa l'Autorità competente, proprio oggi, tempo nel quale la definizione dei limiti di sostenibilità è esigenza non più eludibile.

Non manca lo strumento scientifico rigoroso: l'Idrologia, scienza che combina Idraulica, Geologia e Statistica; è il mezzo adeguato per rispondere a questa essenziale domanda: quanta è l'acqua disponibile?

Proprio perché assistita dall'indagine statistica, l'Idrologia non può prescindere dall'elemento sul quale la Statistica basa i suoi risultati: la messe di dati; ancor più nel nostro caso dove i flussi e le disponibilità idriche di un territorio sono determinati da eventi naturali ed antropici che si ripetono, con costanti variazioni, nel tempo; una messe di dati che consente la precisione dell'analisi proporzionata alla qualità, quantità ed estensione dei dati stessi.

In altre parole: per rispondere alla domanda "quanto piove mediamente in un determinata area?" si deve conoscere quanto, in quell'area, è piovuto in un certo numero di anni; se questo è limitato ad uno, due, cinque, possiamo rispondere, con tranquillità, "non si sa" e poi scatenare una ridda di ipotesi ed approssimazioni. Se gli anni iniziano ad essere venti, trenta, quaranta: la risposta diventa più precisa. Se la serie disponibile copre periodi di svariati decenni, abbiamo la possibilità di dare una risposta statisticamente significativa, che non è la previsione certa della pioggia, ma la previsione degli eventi di pioggia correlati alla relativa probabilità che si verifichino.

E' quindi fondamentale disporre di dati, omogenei, significativi e per periodi temporali estesi e ininterrotti.

Tutto questo si può produrre attraverso un'attività di rilevamento e di misure che si protrae per decenni. Laddove questo non esista, si può solo iniziare il rilevamento, sapendo che comincerà ad essere 'produttivo', per gli studi e quindi per decisioni territoriali strategiche, dopo un non irrilevante numero di anni. Ecco perché, ad esempio, che ci si augura che la rete di monitoraggio realizzata in questo progetto sia acquisita da qualche ente pubblico competente (tanti ce n'è in materia di acque!) e mantenuta senza scadenza, ad accrescerne, anno dopo anno, il valore.

Nel nostro caso specifico, non per fortuna ma per cosciente scelta, il bilancio idrologico che si deve condurre è limitato non soltanto dalle dimensioni dell'area campione, di circa cinquanta chilometri quadrati, ma anche riferito al solo flusso di acqua più superficiale, fatto di falda freatica e scorrimento nei fontanili che la stessa alimenta. Con tale semplificazione, che lascia comunque il problema complesso, è possibile immaginare di giungere, come si è giunti, a risultati adeguatamente attendibili.

Non si deve dimenticare, per questo qui si richiama, lo scopo del lavoro: realizzare un progetto pilota del monitoraggio quantitativo e qualitativo della dotazione idrica della *Fascia Dei Fontanili*, al fine di fornire elementi d'uso speditivo per il controllo della sostenibilità locale dell'equilibrio idrogeologico.

Il bilancio idrologico conseguente è dunque il poter misurare quanta acqua si rende disponibile nei fontanili, scelti per la loro maggiore significatività nell'area campione, in funzione dell'andamento della falda freatica.

Al fianco del modello fisico/matematico, elaborato dal Politecnico di Milano, diventano essenziali le misure *in situ*, per attribuire al modello stesso i più reali valori dei molti parametri di calibrazione.

Mentre per la falda il dato è facile da individuare, anche se la sua produzione deve comunque scontare alcuni problemi, qui affrontati in altro capitolo, la valutazione dei flussi superficiali si presenta di maggior complessità, nonostante la limitazione geografica dei punti di controllo.

Nella nostra area campione, infatti, si sono individuati tre sistemi di fontanili che alimentano le rogge: Acquarossa, Misana, Quarantina.

Individuati i canali alimentati, si deve definire la sezione che esprima in modo significativo il contributo dei fontanili che li alimentano. Si deve, pertanto, posizionare la sezione ad una distanza sufficiente dalle sorgenti ma assolutamente poste a monte di eventuali immissioni di altre acque (come avviene per Acquarossa che, in alcuni periodi dell'anno, riceve acque da Misana che si originano dalla derivazione dal fiume Adda del canale Retorto) oppure che già sono oggetto di prelievo irriguo, anche se saltuario.

Un secondo problema è l'esecuzione della stessa misura dell'acqua transitante.

Qui lo si dice soltanto per economia della trattazione: la quantità d'acqua che scorre in un corso d'acqua superficiale, *cioè a pelo libero*, non dipende soltanto dal livello raggiunto, detto *tirante*, ma anche dalla velocità del flusso, grandezze che non sono univocamente legate se non in particolari sezioni dette, per l'appunto, *sezioni di controllo*, che presuppongono tali caratteristiche da non poter essere realizzate lungo i canali dei fontanili.

Accade quindi che con livelli sensibilmente differenti la portata transitante abbia il medesimo valore se non, addirittura, che la quantità di acqua corrente sia maggiore pur in presenza di livelli minori. Tipico è il caso proprio legato ai canali alimentati dai fontanili. Durante la Stagione Irrigua, infatti, negli àlvei si sviluppa la vegetazione acquatica, in grado di opporre una crescente resistenza allo scorrere dell'acqua, che altro non può fare che innalzarsi, per recuperare la maggiore energia necessaria per vincere tale, maggiore resistenza. L'innalzamento del livello - provocato dalle acque di valle rallentate dalla vegetazione e dalle acque di monte che giungono in quella sezione - regredisce, risalendo la corrente, creando il *rigurgito*. Quando questo fenomeno giunge ad interessare la zone dei fontanili, l'aumento del livello contrasta la modesta pressione che fa sgorgare le acque ed il fluire gradualmente s'arresta. Il fenomeno è assai noto a chi utilizza queste acque, generalmente per l'irrigazione, e non è infrequente, durante il periodo delle irrigazioni, assistere a cali repentini delle acque, da un giorno all'altro, dove s'è intervenuti con il cosiddetto sfalcio, da molti avversato ma essenziale per mantenere la dotazione idrica del fontanile.

Dunque, nel nostro progetto si deve procedere a misurare le portate d'acqua scaturite da alcuni fontanili dell'area campione, superando un problema strutturale. Per loro stessa natura e storia, i canali alimentati dai fontanili presentano caratteristiche assai prossime ai corsi d'acqua naturali, al punto che non sono pochi a considerarli tali: sia l'andamento planimetrico che le sezioni sono spesso lontane dalla consigliata regolarità di direzione e sàgoma. La necessità di drenare quanta più acqua possibile, ha portato all'escavazione di àlvei la cui dimensione orizzontale è di gran lunga superiore alla profondità dell'acqua che in essi scorre, con grave pregiudizio per l'esecuzione di misure di portata. Le pendenze prossime al dècime per mille non danno alcun agio alla costruzione di misuratori di portata fissi, quali stramazzi o risalti, soprattutto nelle aree

prossime alle sorgenti dove, come già detto, abbiamo l'interesse a condurre le nostre valutazioni quantitative.

Tutte queste difficoltà sono state superate grazie ad uno strumento la cui disponibilità è una delle ragioni che ha consentito di ritenere possibile la stessa realizzazione di questo progetto: un misuratore di portata ad ultrasuoni ad *Effetto Doppler*.

Si tratta di una tipologia che può ben far parlare di nuova generazione nelle apparecchiature per misurare l'acqua corrente, mandando definitivamente in pensione – salvo casi particolarissimi – il metodo con il mulinello.

Sfruttando le leggi dell'Acustica, in particolare la riflessione e la rifrazione in un mezzo liquido in movimento, ed un ormai collaudato *software* di elaborazione, questo strumento consente di effettuare misure di portata che hanno la fondamentale caratteristica d'essere velocissime, rispetto al tempo necessario con il metodo con il mulinello Woltmann, che ha rappresentato, per oltre due secoli, la più sofisticata modalità di misura.

Per dare un'idea, basti dire che una misura di portata con questo nuovo strumento si effettua nel tempo necessario all'operatore per spostarsi, passo passo, da una sponda all'altra dell'alveo, mentre una seconda unità di personale segue il processo munito di un PC, palmare o portatile, che acquisisce ed elabora i dati immediatamente. Quando lo strumento, montato su un natante, giunge sulla sponda opposta, il valore di portata misurato già compare, consentendo immediate valutazioni, anche in ordine alla sua accettabilità.

Con tali velocità, è evidente che si possono eseguire, in breve tempo, numerose valutazioni, avvicinandosi al valore statisticamente più probabile, quindi con precisioni che possono essere anche *inferiori al 5%*, quindi ottime.

Con il mulinello, massima espressione dei misuratori dell'ormai passata generazione, si procedeva con un tempo di solo rilievo in situ che poteva, nei canali più grandi, raggiungere le tre ore. Il vantaggio del nuovo sistema è evidentissimo.

Per il nostro lavoro, l'unico limite nell'efficacia dello strumento ad *Effetto Doppler*, che lo accumuna peraltro al normale mulinello, è il limite della profondità minima, che non può scendere sotto i quaranta centimetri. La particolare conformazione dei canali indagati, però, ha consentito di attribuire una portata convenzionale *inferiore ai 100 l/s*, ritenuta significativa per il modello fisico/matematico.