UN WATER

unesco

Rapporto mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche 2022

ACQUE SOTTERRANEE

Rendere visibile la risorsa invisibile

Sintesi



Questa edizione del *Rapporto mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche* si propone di mettere in evidenza le acque sotterranee, ponendo l'attenzione sul ruolo, sulle sfide e sulle opportunità specifiche che esse presentano nel contesto della valorizzazione, della gestione e della governance delle risorse idriche a livello mondiale.

Le acque sotterranee, che rappresentano all'incirca il 99% delle acque dolci allo stato liquido della Terra e sono distribuite sull'intero pianeta, seppure irregolarmente, possono garantire alle società enormi vantaggi sociali, economici e ambientali, anche in relazione all'adattamento ai cambiamenti climatici. Dalle acque sotterranee proviene già la metà del volume dei prelievi idrici per uso domestico effettuati dalla popolazione globale e circa il 25% di tutti quelli destinati all'irrigazione, che alimentano il 38% delle terre irrigate a livello mondiale. Tuttavia, nonostante la sua enorme importanza, questa risorsa naturale viene spesso trascurata e di conseguenza sottovalutata, mal gestita e addirittura sovrasfruttata. In un contesto di crescente scarsità idrica in numerose aree del mondo, non è più possibile ignorare l'enorme potenziale delle acque sotterranee e la necessità di una gestione attenta di questa risorsa.

In un contesto di crescente scarsità idrica in numerose aree del mondo, non è più possibile ignorare l'enorme potenziale delle acque sotterranee e la necessità di una gestione attenta di questa risorsa

I molteplici servizi offerti dalle acque sotterranee

La capacità delle acque sotterranee di offrire servizi vari dipende dalle caratteristiche specifiche della loro collocazione geografica, ed è influenzata in modo dinamico dai processi naturali e umani in corso.

Tali servizi includono:

- *servizi di approvvigionamento*, che consentono il prelievo di acque sotterranee per l'uso (umano) dell'acqua;
- *servizi di regolazione*, che riflettono la capacità degli acquiferi di regolare i regimi di quantità e qualità delle acque sotterranee;
- *servizi di supporto*, a sostegno degli ecosistemi dipendenti dalle acque sotterranee (GDE nell'acronimo inglese) e di altri elementi ambientali a queste collegati;
- *servizi culturali*, relativi alle attività di intrattenimento, alle tradizioni e ai valori religiosi o spirituali, associati a particolari aree piuttosto che ad acquiferi specifici.

Le acque sotterranee offrono inoltre diverse opportunità aggiuntive, quali ad esempio la crescita della produzione di energia geotermica, l'incremento delle capacità di stoccaggio al fine di migliorare la sicurezza idrica e l'adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici.

Le sfide

La riduzione delle riserve di acque sotterranee si verifica quando il deflusso supera la ricarica. Per quanto la variabilità del clima e i cambiamenti climatici svolgano certamente un ruolo rilevante in questo senso, nella maggior parte dei casi l'impoverimento delle riserve di acque sotterranee nel lungo periodo è conseguenza di prelievi intensivi. A livello globale, si registra un tasso aggregato di riduzione delle riserve di acque sotterranee particolarmente elevato: secondo le stime, all'inizio di questo secolo le cifre oscillavano tra 100 e 200 chilometri cubi all'anno (una percentuale compresa tra il 15% e il 25% circa del totale dei prelievi di acque sotterranee).

L'inquinamento delle acque sotterranee riduce la possibilità di utilizzo delle stesse come acqua potabile, e al contempo influenza negativamente gli ecosistemi che da esse dipendono.

Sono numerose le fonti antropogeniche di inquinamento delle acque sotterranee: esse si collocano per la maggior parte sulle superfici dei terreni o nelle immediate vicinanze; tuttavia numerose altre fonti immettono sostanze inquinanti al di sotto della superficie, a profondità talvolta considerevoli. L'inquinamento derivante dall'agricoltura è molto comune; si tratta di una fonte diffusa di inquinamento che spesso causa la presenza di notevoli quantitativi di nitrati, pesticidi e altri fitofarmaci. L'inquinamento delle acque sotterranee è un processo praticamente irreversibile: una volta inquinati, gli acquiferi tendono a rimanere in tale condizione.

La governance delle acque sotterranee

I processi di *governance* delle acque sotterranee prevedono l'attuazione di misure di gestione e pianificazione, nonché di politiche idriche. La governance si svolge su molteplici scale e livelli geografici, ad esempio a livello regionale e transfrontaliero. La *gestione* delle acque sotterranee, d'altro canto, è orientata all'azione: si concentra su attività pratiche e su interventi quotidiani e si svolge prevalentemente a livello micro e meso.

Poiché le acque sotterranee vengono spesso considerate come una risorsa privata (ovvero strettamente legata alla proprietà del relativo terreno e in alcune giurisdizioni come vera e propria proprietà privata), la regolamentazione e la governance o gestione dall'alto presentano delle difficoltà. È essenziale che i governi assumano appieno il proprio ruolo di custodi delle risorse, essendo le acque sotterranee un bene comune.

Nell'Africa subsahariana, dove le opportunità offerte da vasti acquiferi a bassa profondità sono sfruttate solo in minima parte, appena il 5% delle aree dotate di sistemi di irrigazione utilizza acque sotterranee

Le leggi e le norme nazionali regolamentano l'accesso alle acque sotterranee e le attività umane che possono avere un impatto sulla loro qualità. Ulteriori strumenti giuridici rilevanti sono quelli che: garantiscono l'accesso alle risorse idriche per necessità essenziali, nel rispetto del diritto umano all'acqua; consentono l'accesso alle acque sotterranee per fini di sostentamento e di produzione su piccola scala; regolano quegli usi dei terreni che possono essere dannosi per i naturali processi di ricarica e di deflusso delle acque sotterranee; regolano la costituzione e il funzionamento di associazioni di utenti di acque sotterranee in merito alle responsabilità relative all'assegnazione, al monitoraggio e alla formulazione di politiche. I quadri giuridici devono inoltre prevedere la protezione delle aree di deflusso e di ricarica, così come delle aree circostanti i pozzi per l'approvvigionamento idrico, oltre alle norme relative al rendimento sostenibile, ai controlli dei prelievi e ai regolamenti sull'uso congiunto.

In alcune giurisdizioni le acque sotterranee sono soggette a regolamenti che riguardano anche le acque superficiali, inclusi i fiumi. In caso di conflitto tra i diritti relativi alle acque sotterranee e quelli riguardanti le acque superficiali (ad esempio nel caso di un corso d'acqua che si stia prosciugando a causa di intense attività di pompaggio delle acque sotterranee nelle vicinanze, e viceversa), è prevista una modalità di gestione congiunta.

Le fonti puntuali di inquinamento possono essere regolamentate attraverso il rilascio di permessi, come pure tramite norme generali relative alla qualità degli effluenti e/o delle acque circostanti. L'inquinamento da fonti non puntuali, diffuse o di difficile identificazione richiede misure di prevenzione, ad esempio la regolamentazione degli usi dei terreni e/o l'imposizione di migliori pratiche agricole e ambientali.

Il settore agricolo

Le acque sotterranee costituiscono una risorsa essenziale per l'agricoltura irrigua, l'allevamento del bestiame e altre attività collegate, tra cui la trasformazione agroalimentare. Per poter soddisfare la domanda globale di acqua e di prodotti agricoli da qui al 2050, tenendo conto di un incremento della domanda di alimenti, mangimi e biocombustibili stimato al 50% rispetto ai livelli del 2012, è di fondamentale importanza aumentare la produttività agricola attraverso un'intensificazione sostenibile dei prelievi di acque sotterranee, riducendo al contempo l'impronta idrica e gli impatti ambientali della produzione.

Nei luoghi in cui sono presenti fonti perenni e affidabili di acque sotterranee a basse profondità, queste possono costituire una risorsa importante per i piccoli agricoltori. Le aree del mondo che dipendono in larga misura dalle acque sotterranee per scopi irrigui sono l'America settentrionale e l'Asia meridionale, in cui rispettivamente il 59% e il 57% delle zone dotate di sistemi di irrigazione attingono alle suddette fonti. Nell'Africa subsahariana, dove le opportunità offerte da vasti acquiferi a bassa profondità sono sfruttate solo in minima parte, appena il 5% delle aree dotate di sistemi di irrigazione utilizza acque sotterranee.

Secondo le stime, l'inquinamento causato dall'agricoltura ha superato i livelli di contaminazione provocati dagli insediamenti umani e dall'industria ed è il principale fattore di degrado delle acque interne e costiere. A livello globale, il nitrato contenuto nei fertilizzanti chimici e organici costituisce il principale contaminante di origine antropogenica delle acque sotterranee. Il non corretto utilizzo o smaltimento di insetticidi, erbicidi e fungicidi può essere causa di inquinamento delle acque sotterranee con sostanze cancerogene e tossiche.

L'evidenza scientifica mostra come leggi e regolamenti atti a prevenire o a limitare l'ormai diffuso inquinamento delle acque sotterranee causato dall'agricoltura si rivelino generalmente insufficienti e di difficile attuazione. Le politiche che intervengono sull'inquinamento delle risorse idriche in ambito agricolo dovrebbero costituire parte integrante di un quadro generale di direttive in materia di agricoltura e risorse idriche a livello nazionale, di bacino idrografico e di acquifero.

L'elettrificazione delle aree rurali è uno dei principali fattori alla base del crescente ricorso alle acque sotterranee, in particolare in quelle zone in cui le reti elettriche hanno coperto aree che altrimenti avrebbero dovuto fare affidamento su combustibili diesel o energia eolica. I progressi nella tecnologia solare hanno visto lo sviluppo di sistemi di irrigazione a energia solare (SPIS nell'acronimo inglese), adottati su larga scala per supportare le attività delle aziende agricole. Permane tuttavia il rischio di un impiego insostenibile della risorsa idrica in assenza di adeguate misure di gestione e di regolamentazione di questi sistemi.

Gli insediamenti umani

In buona parte del mondo, il ricorso alle acque sotterranee costituisce l'unica modalità possibile ed economicamente sostenibile per consentire l'accesso alle risorse idriche essenziali alle popolazioni rurali che ancora ne sono sprovviste

La dipendenza di numerose città dalle acque sotterranee è in costante crescita: si stima che oggi quasi il 50% della popolazione urbana mondiale soddisfi il proprio fabbisogno idrico grazie alle acque sotterranee. Tuttavia, sono numerosi i poveri che vivono in insediamenti periurbani, spesso informali e privi di uno status legale, nonché sprovvisti di infrastrutture e servizi idrici pubblici.

Nelle economie in via di sviluppo il ricorso a pozzi privati per l'autoapprovvigionamento idrico nelle zone urbane è cresciuto notevolmente negli ultimi anni. Questa pratica viene inizialmente adottata come strategia per far fronte a una fornitura idrica irregolare e inadeguata proveniente dalle condutture, e poi continua a essere mantenuta come strategia di riduzione dei costi per evitare di pagare tariffe più elevate.

L'impatto di servizi igienico-sanitari inadeguati sulle acque sotterranee è osservabile nelle aree urbane con una bassa copertura di reti fognarie, in cui buona parte dei reflui fecali domestici viene scaricata in latrine a fossa. I gestori delle reti idriche dovrebbero aumentare il loro impegno per proteggere fonti essenziali quali pozzi e sorgenti, limitando le attività agricole ed edilizie nelle zone di cattura delle acque sotterranee, al fine di salvaguardare la salute pubblica e ridurre il costo dell'approvvigionamento idrico.

In buona parte del mondo, il ricorso alle acque sotterranee costituisce l'unica modalità possibile ed economicamente sostenibile per consentire l'accesso alle risorse idriche essenziali alle popolazioni rurali che ancora ne sono sprovviste. Ciò vale in particolare per l'Africa subsahariana e per l'Asia meridionale, dove la popolazione rurale è numerosa ma dispersa su vasti territori.

La coesistenza negli stessi luoghi di acque sotterranee e di impianti igienico-sanitari è causa di grave preoccupazione per le fonti a bassa profondità. Secondo le stime, la contaminazione costante delle acque sotterranee rurali causata da agenti patogeni interessa circa il 30% del totale degli impianti. Di norma ciò va a scapito dei soggetti più emarginati (donne e bambine risultano di gran lunga più a rischio di contrarre malattie causate da agenti patogeni e tossine come conseguenza dell'esposizione alle acque reflue).

Gli insediamenti, permanenti o temporanei, degli sfollati meritano un'attenzione particolare. Tali insediamenti presentano spesso un'elevata densità di popolazione, ma vengono classificati in una categoria intermedia tra insediamenti urbani e rurali. In questi casi, risulta essenziale costruire pozzi adeguatamente progettati, oltre a impianti igienico-sanitari realizzati in luoghi appropriati e sottoposti a costante manutenzione.

Il settore industriale

Ad attingere alle acque sotterranee sono i settori manifatturiero, minerario, petrolifero e del gas, dell'energia elettrica, ingegneristico ed edilizio. I settori che presentano una maggiore dipendenza dalle acque sotterranee attraverso le catene di fornitura includono il settore tessile, alimentare e delle bevande. Sono diversi i processi industriali che attingono alle acque sotterranee in aree in cui la disponibilità di acque superficiali risulta limitata in termini di quantità, ma anche in situazioni in cui la qualità riveste un ruolo importante.

Lo scarico e l'infiltrazione nel terreno di effluenti industriali non trattati o trattati solo parzialmente può costituire causa di inquinamento delle acque sotterranee. La salute dell'essere umano e dell'ambiente può essere esposta a un rischio significativo anche in conseguenza della contaminazione del suolo e della lisciviazione derivante da vecchie discariche industriali a bassa tecnologia e da miniere abbandonate.

Numerosi processi produttivi necessitano di considerevoli quantitativi di acqua per il lavaggio e per la pulizia dei prodotti al termine della fase di produzione, nonché per la separazione dei residui delle sostanze chimiche impiegate. L'utilizzo delle acque sotterranee per fini di raffreddamento dipende in larga misura dalla localizzazione e dalla tipologia di industria, con conseguenti e notevoli differenze tra paesi. Le costruzioni nel sottosuolo, come ad esempio i tunnel, spesso richiedono drenaggi temporanei o permanenti.

Il settore petrolifero e del gas e quello minerario, attraverso le loro attività, generano una notevole quantità di dati interni sulla localizzazione, sulla portata e sulle caratteristiche degli acquiferi

In numerosi casi le miniere necessitano di drenaggi frequenti se non addirittura costanti per poter funzionare, con rischio di contaminazione per gli acquiferi locali, che potrebbero costituire una fonte di acqua potabile. Lo smaltimento delle acque costituisce un'ulteriore sfida in fase di trattamento, in caso di contaminazione causata dalle attività minerarie. Tuttavia, il settore petrolifero e del gas e quello minerario, attraverso le loro attività, generano una notevole quantità di dati interni sulla localizzazione, sulla portata e sulle caratteristiche degli acquiferi. Questi dati potrebbero risultare estremamente utili per idrogeologi, governi e aziende che gestiscono le forniture idriche.

Anche il settore energetico può avere notevoli effetti sulla qualità delle acque sotterranee. Il carbone utilizzato per la generazione di energia termica può avere conseguenze significative sulla qualità delle acque sotterranee, a seguito dell'infiltrazione di ceneri di carbone provenienti dalle discariche. Il *fracking* per l'estrazione del gas naturale può presentare elevati rischi di contaminazione per le acque sotterranee, in particolare per gli acquiferi meno profondi. Le fonti di inquinamento includono acque reflue derivanti da acque di formazione, acque di riflusso, liquidi di perforazione e fratturazione.

Il settore finanziario si sta indirizzando in modo evidente verso investimenti sostenibili: questo avrà un effetto a catena, favorendo gli attori operanti nel settore industriale ed energetico che usano le acque sotterranee in modo sostenibile e incoraggiando altri a fare altrettanto.

Gli ecosistemi

Gli ecosistemi dipendenti dalle acque sotterranee (GDE) sono presenti in diverse aree, dalle valli di alta montagna ai fondali oceanici, compresi anche i deserti.

Le acque sotterranee alimentano il flusso di base di fiumi e torrenti; si tratta di una fonte essenziale di acqua da cui dipende il rischio di prosciugamento di questi corsi durante i periodi di siccità. Gli ecosistemi terrestri dipendono dalle acque sotterranee in tutti i biomi del mondo in cui le piante possono accedere a esse. Negli ambienti aridi le pozze d'acqua spesso sono alimentate pressoché esclusivamente dalle acque sotterranee, che rivestono quindi un ruolo cruciale per sostenere le complesse reti alimentari degli ambienti più aridi, come ad esempio le savane. Le zone rivierasche, quelle umide e altri corpi idrici superficiali spesso dipendono dalle acque sotterranee.

Inoltre, i GDE svolgono un importante ruolo di sostegno a vantaggio dei servizi ecosistemici essenziali. I GDE acquatici e terrestri costituiscono un habitat per varie specie, sostengono la biodiversità, proteggono da inondazioni e siccità, forniscono alimenti e offrono servizi culturali. I GDE svolgono un ruolo fondamentale nella protezione delle acque di falda dalla contaminazione, assicurando la loro separazione fisica dagli inquinanti, consentendo processi biofisici quali la filtrazione, la biodegradazione e l'assorbimento di sostanze contaminanti, oltreché agevolando e proteggendo la ricarica naturale.

Il benessere comune di acque sotterranee, ecosistemi ed esseri umani può essere rafforzato attraverso la gestione delle acque sotterranee, la gestione congiunta di acque e terreni, le soluzioni basate sulla natura e il miglioramento della protezione degli ecosistemi. Mentre la gestione delle acque sotterranee spesso si concentra sulle acque stesse o sugli acquiferi, è necessario che acque sotterranee ed ecosistemi vengano gestiti congiuntamente al fine di garantire la fornitura dei servizi ecosistemici essenziali.

I cambiamenti climatici

I cambiamenti climatici hanno un'influenza diretta sulla ricarica naturale delle acque sotterranee in ragione della loro influenza sulle precipitazioni e sulla dispersione delle acque superficiali, ivi compresi corsi d'acqua effimeri, zone umide e laghi. Le proiezioni globali mostrano tuttavia una situazione di notevole incertezza in merito alla portata degli impatti dei cambiamenti climatici sulla ricarica delle acque sotterranee.

Un impatto conosciuto e diffuso dei cambiamenti climatici che influenza la ricarica delle acque sotterranee è l'intensificazione delle precipitazioni. Nelle aree caratterizzate da servizi igienico-sanitari inadeguati, le piogge estreme possono causare il passaggio di sostanze chimiche e di agenti patogeni microbici fecali attraverso suoli poco profondi fino ai livelli delle falde freatiche.

L'innalzamento globale del livello dei mari (SLR nell'acronimo inglese) ha comportato pressoché ovunque l'intrusione di acque marine negli acquiferi costieri. Tuttavia, l'impatto dell'SLR sull'intrusione marina appare limitato se confrontato a quello dei prelievi. Gli impatti dei cambiamenti climatici sulle acque sotterranee potrebbero essere addirittura superiori considerando gli effetti indiretti sulla domanda di acqua per l'irrigazione in ragione dell'aumento dell'evapotraspirazione.

In numerose aree del mondo, affinché le forniture idriche siano in grado di resistere ai cambiamenti climatici sarà necessario attingere non solo alle acque sotterranee, ma anche a fiumi, laghi e altri bacini idrici superficiali

In numerose aree del mondo, affinché le forniture idriche siano in grado di resistere ai cambiamenti climatici sarà necessario attingere non solo alle acque sotterranee, ma anche a fiumi, laghi e altri bacini idrici superficiali. Le strategie di adattamento ai cambiamenti climatici incentrate sulle acque sotterranee si basano su uno stoccaggio distribuito di queste ultime e sulla capacità degli acquiferi di immagazzinare le eccedenze idriche stagionali o episodiche. Ciò determina una netta riduzione delle perdite per evaporazione rispetto alle infrastrutture convenzionali, quali ad esempio le dighe di superficie.

Lo sviluppo dell'energia geotermica – una fonte di energia sostenibile – svolge un ruolo notevole nella riduzione delle emissioni di CO_2. Gli acquiferi più profondi possono essere utilizzati anche per il sequestro e la cattura del carbonio: si tratta del processo di stoccaggio del carbonio al fine di contenere l'accumulo di CO_2 nell'atmosfera.

Prospettive regionali

Africa subsahariana

L'Africa possiede ingenti quantitativi di acque sotterranee. Per quanto non tutti questi quantitativi siano disponibili per il prelievo, secondo le stime il volume sarebbe pari a oltre 100 volte quello del rinnovo annuale delle risorse di acqua dolce della regione. Lo sfruttamento delle acque sotterranee ha il potenziale per soddisfare una domanda di acqua in rapida crescita in tutta l'Africa subsahariana, necessaria sia per la sopravvivenza umana sia per promuovere lo sviluppo economico. Tuttavia, ad oggi, circa 400 milioni di persone nell'Africa subsahariana non hanno ancora accesso ai servizi idrici essenziali.

In Africa occidentale e centrale la maggior parte dei paesi presenta riserve di acque sotterranee limitate, ma un tasso di precipitazioni annue elevato e dunque una ricarica regolare. Al contrario, numerosi paesi dell'Africa orientale e meridionale vantano riserve notevoli di acque sotterranee, nonostante i livelli molto limitati di ricarica. L'entità di queste riserve permette di ammortizzare gli effetti dei prelievi sulle acque sotterranee della regione. Resta il fatto che prima o poi l'attuale tasso di prelievo delle acque sotterranee andrà a scapito delle generazioni future.

Solamente il 3% del totale dei terreni coltivati dell'Africa subsahariana viene irrigato, e solo il 5% di questi terreni ricorre alle acque sotterranee. La valorizzazione delle acque sotterranee potrebbe essere il catalizzatore della crescita economica grazie all'incremento delle aree irrigue, il che promuoverebbe maggiori rendimenti agricoli e diversità delle colture. Ciò che attualmente limita un ulteriore utilizzo delle acque sotterranee nell'Africa subsahariana non è la loro scarsità, quanto piuttosto la carenza di investimenti in infrastrutture, di istituzioni, di professionisti esperti e di conoscenze in relazione alla risorsa.

Le acque sotterranee nella regione araba sono per la maggior parte fonti non rinnovabili e devono quindi essere gestite considerando la natura limitata della risorsa

Europa e America settentrionale

Le caratteristiche delle acque sotterranee e la loro disponibilità variano tra Europa e America settentrionale, così come all'interno degli stessi continenti in ragione delle differenze geologiche e idrologiche. Anche la quota rappresentata dalle acque sotterranee sul totale dei prelievi di acqua dolce varia considerevolmente da un paese all'altro.

In numerosi paesi europei le acque sotterranee vengono utilizzate principalmente come acqua potabile, il che evidenzia la necessità di monitorare la qualità dell'acqua in ragione dei potenziali rischi per la salute. Nell'Unione europea le sostanze inquinanti che con maggiore frequenza determinano un cattivo stato delle acque dal punto di vista chimico sono i nitrati e i pesticidi. Nonostante gli inquinanti derivanti dall'agricoltura siano i più diffusi, le sostanze chimiche industriali e quelle provenienti dal settore minerario sono spesso causa dell'inquinamento chimico delle acque sotterranee in diversi distretti idrografici. Ulteriori dati sono necessari su queste sostanze inquinanti "nuove" (o "emergenti").

Oltre all'esigenza di collaborazione tra diversi utenti all'interno di un dato paese, c'è una consapevolezza sempre maggiore della natura transfrontaliera di numerose acque sotterranee, e dunque la necessità di una cooperazione intergiurisdizionale.

Le operazioni di monitoraggio e sviluppo di competenze in materia di acque sotterranee sono di norma affidate a istituti specializzati, mentre l'attuazione delle politiche idriche richiede una collaborazione tra istituzioni differenti. In effetti, le problematiche e le relative soluzioni sembrano essere le stesse per le acque sotterranee e per quelle superficiali. Sono attualmente in corso iniziative volte alla promozione di politiche e misure integrate al fine di garantire lo sviluppo di approcci coerenti.

America Latina e Caraibi

A causa della relativa abbondanza di acque superficiali e dell'impiego limitato delle acque sotterranee, meno del 30% dei prelievi di acqua dolce in America Latina e nei Caraibi proviene da fonti sotterranee. Nei paesi che dipendono dalle acque sotterranee circa la metà dei prelievi viene impiegata per l'irrigazione, un terzo per uso domestico e la parte restante per usi industriali.

In tutta la regione si registrano carenze in merito alla protezione e al monitoraggio delle acque sotterranee, il che dà adito a uno sfruttamento intensivo e/o alla contaminazione delle stesse, minacciando la sostenibilità di queste risorse come pure la loro accessibilità per i gruppi maggiormente vulnerabili, che dipendono da tali fonti per l'approvvigionamento di acqua potabile.

Le acque sotterranee svolgono un ruolo importante nel sistema di approvvigionamento idrico della maggior parte delle città dell'America Latina, anche se non sempre costituiscono la fonte principale per questo scopo. Inoltre, le acque sotterranee rappresentano il 50% delle acque utilizzate dal settore industriale. Nei Caraibi, dove si registra una relativa scarsità di acque superficiali, circa il 50% dei prelievi idrici proviene dalle acque sotterranee.

L'importanza delle acque di falda per ecosistemi, sviluppo sociale e attività economiche della regione continuerà a crescere nel prossimo futuro; dunque, è essenziale che questa area geografica promuova politiche atte ad armonizzare i processi decisionali, il monitoraggio e la gestione delle acque sotterranee sia a livello nazionale che internazionale.

Asia e Pacifico

La regione dell'Asia e del Pacifico preleva i maggiori quantitativi di acque sotterranee al mondo, e include sette dei dieci paesi con i più elevati livelli di prelievo: Bangladesh, Cina, India, Indonesia, Iran, Pakistan e Turchia. Questi paesi da soli contano circa il 60% del totale mondiale dei prelievi di acque sotterranee.

I vantaggi socioeconomici derivanti dall'utilizzo delle acque sotterranee sono particolarmente rilevanti per il settore agricolo. Un uso notevole di questa risorsa si registra anche nel settore industriale e in ambito municipale. Per quanto le acque sotterranee siano presenti in quantitativi abbondanti in buona parte della regione, il rischio di esaurimento solleva preoccupazioni sulla sostenibilità del loro uso in Cina e in diverse parti dell'Asia centrale e meridionale, nonché in alcuni centri urbani dell'Asia sudorientale.

La contaminazione delle acque sotterranee in ragione di processi antropogenici e geogenici costituisce un'ulteriore fonte di preoccupazione. L'impatto dei cambiamenti climatici sulla variabilità delle precipitazioni aggrava la pressione su questa risorsa, in particolare nelle aree caratterizzate da climi semiaridi e aridi, nonché nei piccoli Stati insulari in via di sviluppo.

Per quanto l'intera regione vanti procedure di gestione, nonché quadri istituzionali, legali e normativi per intervenire sui problemi concernenti le acque sotterranee, la relativa governance risulta comunque difficoltosa in ragione dell'assenza in numerosi paesi di limitazioni all'accesso a tale risorsa. Risulta quindi essenziale migliorare la governance delle acque sotterranee, in modo che possa godere del sostegno delle popolazioni e di maggiori possibilità di attuazione.

La regione araba

La regione araba è una tra le zone a maggiore scarsità idrica al mondo, e le acque sotterranee costituiscono la principale fonte di approvvigionamento idrico in almeno 11 dei 22 Stati arabi. Il prelievo eccessivo di acque sotterranee in gran parte della regione ha causato un abbassamento del livello delle falde freatiche, soprattutto nelle zone densamente popolate e nelle aree agricole. Si tratta di una situazione particolarmente allarmante, dato che le acque sotterranee costituiscono la principale fonte di approvvigionamento idrico per i gruppi vulnerabili non ufficialmente collegati alle reti idriche o privi di accesso alle fonti pubbliche. Pratiche agricole insostenibili, industrializzazione e urbanizzazione causano un impatto significativo sulla qualità delle acque sotterranee.

Le acque sotterranee nella regione araba sono per la maggior parte fonti non rinnovabili e devono quindi essere gestite considerando la natura limitata della risorsa. Permangono tuttavia difficoltà nel monitoraggio dei prelievi, nonostante si stiano affermando nuove tecnologie in merito. Ciò rende più complessa la gestione delle acque sotterranee, soprattutto nei contesti transfrontalieri. Purtroppo nella regione i casi di cooperazione in tale materia sono assai limitati.

L'importanza delle acque sotterranee per la sicurezza idrica della regione in un contesto caratterizzato dai cambiamenti climatici richiede un miglioramento della governance attraverso politiche e norme di legge, approcci innovativi alla gestione, un uso più ampio delle tecnologie, finanziamenti specifici volti a migliorare la conoscenza della risorsa e un rafforzamento della cooperazione a livello regionale.

Promuovere e aggiornare il patrimonio di conoscenze

I dati sulle acque sotterranee raccolti grazie a fondi pubblici dovrebbero essere accessibili liberamente

Il *Summary Progress Update 2021: SDG 6* (Rapporto delle Nazioni Unite di sintesi sui progressi relativi all'Obiettivo di sviluppo sostenibile 6) affronta il tema della carenza di dati e di iniziative di monitoraggio in relazione alle acque sotterranee, sottolineando come quello del monitoraggio di tali risorse sia "un campo trascurato".

È necessario monitorare le acque sotterranee nel tempo in termini di quantità e qualità, al fine di comprenderne le dinamiche e lo stato e di identificare eventuali cambiamenti negativi, quali ad esempio i prelievi eccessivi, la riduzione della ricarica (inclusi gli effetti dovuti ai cambiamenti climatici) e l'inquinamento. La ricarica delle acque sotterranee è di norma oggetto di una semplice stima piuttosto che di una misurazione diretta. Gli acquiferi più vulnerabili che riforniscono persone e ambiente devono quindi essere monitorati con maggiore frequenza.

La conoscenza scientifica in ambito idrogeologico, i metodi e gli strumenti disponibili sono sufficienti per intervenire sulla maggior parte dei problemi di gestione delle acque sotterranee; la sfida sta piuttosto nella scarsità di dati affidabili per condurre analisi di scenari e valutazioni incentrate su aree specifiche. Dato che tutti gli acquiferi e le condizioni dei loro confini presentano caratteristiche uniche, risulta essenziale promuovere una valutazione delle acque sotterranee sul campo, al fine di sviluppare politiche basate su dati concreti e un'adeguata gestione di tali risorse idriche.

Sebbene spesso si riveli assai costoso, il monitoraggio costituisce comunque un investimento intelligente: l'identificazione precoce di eventuali problematiche può rivelarsi estremamente efficace dal punto di vista dei costi, consentendo l'introduzione di misure di mitigazione prima che si verifichino danni gravi alla risorsa. I programmi di monitoraggio convenzionali possono essere ulteriormente ampliati grazie a iniziative di *citizen science*, che hanno anche il potenziale

per promuovere l'integrazione della conoscenza locale nella descrizione idrogeologica del territorio e nella valutazione delle acque sotterranee. Le tecniche di telerilevamento vengono utilizzate dalla comunità scientifica anche al fine di migliorare il monitoraggio e la valutazione delle suddette risorse.

La condivisione di dati e informazioni si rivela spesso carente, soprattutto nei paesi a basso reddito. I dati sulle acque sotterranee raccolti grazie a fondi pubblici dovrebbero essere accessibili liberamente. Le imprese private dovrebbero divulgare informazioni e dati rilevanti su quegli elementi concernenti le acque non superficiali che permetterebbero di migliorare la valutazione e la gestione delle acque sotterranee. A titolo di esempio, i dati geofisici e quelli riguardanti i pozzi di trivellazione acquisiti nel corso delle esplorazioni per l'estrazione di petrolio e gas potrebbero migliorare la conoscenza dell'estensione e delle caratteristiche degli acquiferi.

In numerosi paesi a medio e basso reddito mancano competenze in materia di idrogeologia, anche in quei contesti in cui le acque sotterranee costituiscono la parte più consistente delle risorse idriche utilizzate. Queste lacune riguardano sia il livello tecnico, sia quello istituzionale.

Politiche e pianificazione

Fin troppo spesso le politiche adottate in relazione alle acque sotterranee si concentrano principalmente sull'utilizzo della risorsa dopo il prelievo. Questo approccio non contribuisce in alcun modo a una gestione adeguata dell'acquifero, che richiede invece un'attenzione particolare nei confronti di questioni quali l'uso dei terreni, il reintegro delle risorse, la protezione e l'attuazione di misure volte a preservare le funzioni e i servizi offerti dalle acque sotterranee.

La messa a punto dei diversi strumenti di gestione delle acque sotterranee può avvenire solo a seguito della creazione di strutture giuridiche e istituzionali dotate dell'autorità necessaria per l'utilizzo e l'applicazione di tali strumenti

Qualunque "prospettiva di gestione delle acque sotterranee" a livello nazionale deve costituire parte integrante di una prospettiva nazionale per le risorse idriche in generale, concertata con un'ampia gamma di parti interessate, dagli utenti locali fino a coloro che si occupano di tecnologie, di scienza, della formulazione di politiche e di investimenti. Le politiche relative alle acque sotterranee dovrebbero essere strettamente collegate allo status e alla natura giuridica della proprietà (pubblica o privata) di queste risorse, oltre che a fattori quali la tipologia di utenti, le caratteristiche delle acque superficiali a esse correlate e l'uso dei terreni nelle aree di ricarica degli acquiferi. Queste prospettive dovrebbero inoltre consentire un processo decisionale integrato per gli acquiferi, garantendo un collegamento con altri ambiti e settori della società al di là di quello idrico, come ad esempio sviluppo socioeconomico, uguaglianza di genere e riduzione della povertà, alimentazione ed energia, ecosistemi, cambiamenti climatici e salute umana.

Politiche, strategie e progetti dovrebbero essere adattati ai contesti locali, in base alle priorità e alle aspirazioni delle popolazioni locali, oltre a essere incentrati su prove scientifiche solide. I progetti possono essere predisposti sotto forma di iniziativa congiunta di ministeri nazionali, enti provinciali e locali e altre parti interessate, sulla base di un dialogo e di un supporto tecnico inclusivo (ad esempio mappatura partecipata), al fine di garantire la co-titolarità dei processi e dei risultati. Questa procedura permetterebbe di realizzare documenti formali da convalidare, con misure che prevedono scadenze precise e con indicatori oggetto di monitoraggio, oltre a dati, risultati e conclusioni che potranno essere oggetto di valutazione.

La gestione delle acque sotterranee

La gestione delle acque sotterranee si propone di monitorare i prelievi e la qualità di questa risorsa, oltre a intervenire sugli effetti che tali prelievi hanno sugli ecosistemi, sulle acque superficiali, sulla subsidenza del suolo e altro ancora. Uno degli elementi principali della gestione delle acque sotterranee è probabilmente il monitoraggio dell'area geografica e della quantità di prelievi idrici dagli acquiferi.

La messa a punto dei diversi strumenti di gestione delle acque sotterranee può avvenire solo a seguito della creazione di strutture giuridiche e istituzionali dotate dell'autorità necessaria per l'utilizzo e l'applicazione di tali strumenti. Tuttavia, non tutte le procedure di gestione sono a carico dei governi. Le comunità e/o gli stessi utenti potrebbero scegliere di gestire in modo indipendente la collocazione dei pozzi e i prelievi.

L'approccio più sostenibile e conveniente in termini di costi per la gestione della qualità delle acque sotterranee consiste nel garantire una protezione adeguata, evitando la contaminazione. Questo risultato può essere conseguito attraverso una mappatura delle vulnerabilità, la creazione di aree di protezione delle acque sotterranee e la pianificazione dell'uso dei terreni.

Un'attenzione particolare deve essere dedicata alla gestione congiunta di acque superficiali e sotterranee, come pure alla possibilità di sviluppare soluzioni "basate sulla natura". Un approccio integrato tra gestione ambientale, gestione dell'uso dei terreni e gestione di spazi e risorse del sottosuolo costituisce un elemento essenziale nel quadro di una gestione integrata. La ricarica gestita degli acquiferi (MAR nell'acronimo inglese) costituisce un approccio che permette di integrare le dighe di stoccaggio con la ricarica delle falde acquifere, rappresentando così un'alternativa conveniente in termini di costi che riduce al minimo l'evaporazione e gli impatti ambientali. La MAR può essere utilizzata anche per la conservazione di acque meteoriche urbane e di acque riciclate non utilizzate, che possono essere messe a disposizione per un utilizzo produttivo a seconda delle necessità. A livello di bacino idrografico, la MAR può essere utilizzata per preservare i flussi ecologici e salvaguardarne la disponibilità, regolando il deflusso idrico in un corso d'acqua. Negli ultimi 60 anni il ricorso alla MAR è aumentato di 10 volte, ma c'è ancora un notevole spazio per un'ulteriore espansione, dagli attuali 10 chilometri cubi all'anno a una cifra prossima ai 100 chilometri cubi all'anno.

Gli acquiferi transfrontalieri

Spesso gli acquiferi transfrontalieri sono stati presi in considerazione in accordi di cooperazione sulle risorse idriche di portata più ampia, formulati per i bacini idrografici transfrontalieri

Gli acquiferi transfrontalieri comprendono un flusso naturale di acque sotterranee che attraversa i confini internazionali. Le misure prese in merito a detti acquiferi in un paese, ad esempio in relazione a elevati quantitativi di prelievi o alla contaminazione, possono avere un impatto significativo al di là della frontiera.

La gestione degli acquiferi transfrontalieri risente spesso della mancanza di un impegno istituzionale o dell'insufficienza di risorse per raccogliere le informazioni necessarie, soprattutto a livello locale. Il coordinamento, l'armonizzazione e la condivisione di dati costituiscono il primo passo verso la cooperazione tra paesi confinanti. Si tratta di interventi necessari per giungere a un accordo su un modello concettuale affidabile in relazione agli acquiferi, prerequisito essenziale per la formulazione di piani di gestione. L'inclusione di considerazioni di genere nel quadro della cooperazione transfrontaliera può generare opportunità per il consolidamento di una gestione delle acque sotterranee più equa dal punto di vista sociale.

Sebbene il diritto internazionale in materia di risorse idriche fosse stato inizialmente concepito per le acque superficiali, sempre più spesso gli acquiferi transfrontalieri sono stati presi in considerazione in accordi di cooperazione sulle risorse idriche di portata più ampia, formulati per i bacini idrografici transfrontalieri. Tutto ciò evidenzia una crescente consapevolezza dell'importanza degli acquiferi transfrontalieri.

Iniziative di cooperazione scientifica nel quadro di progetti tecnici sugli acquiferi transfrontalieri sono presenti ovunque nel mondo. Si tratta di iniziative che possono avere obiettivi differenti: alcune sono incentrate sulla valutazione scientifica congiunta, mentre altre si propongono di affrontare la gestione di problematiche specifiche. In questi casi, organizzazioni regionali, internazionali e donatori possono svolgere un ruolo particolarmente rilevante, soprattutto quando i paesi interessati presentano dislivelli in termini di competenze, conoscenza e informazione, oppure in caso di mancanza di fiducia.

Finanziamenti

A differenza di quanto avviene nel contesto delle acque superficiali, dove i costi del capitale vengono di norma coperti dal settore pubblico, le infrastrutture per lo sfruttamento delle acque sotterranee vengono quasi sempre finanziate dagli utenti finali, ad esempio da imprese, famiglie, agricoltori o comunità. L'accesso alla risorsa da parte degli utenti avviene in modo diretto o decentralizzato. L'utente finale investe il proprio capitale privato per far fronte ai costi di accesso alle acque sotterranee; di norma si tratta di costi fissi per la costruzione di pozzi e di costi variabili per gli impianti di pompaggio. Alcuni paesi hanno introdotto un'imposta sui prelievi idrici o un onere specifico per le acque sotterranee, ma queste imposte e oneri solo raramente riflettono i costi effettivi e il valore della risorsa.

È necessario che i governi valutino e si facciano carico del proprio ruolo di potenziali promotori dell'uso sostenibile delle acque sotterranee in base alle condizioni locali, attingendo a risorse finanziarie limitate in modo più efficiente attraverso iniziative su misura. I bilanci pubblici dovrebbero quantomeno finanziare il monitoraggio delle acque sotterranee – qualità e quantità, relativi costi operativi e di manutenzione – impiegando gli investimenti privati per finanziare l'avvio di iniziative di esplorazione e di gestione.

È inoltre possibile integrare meglio lo sfruttamento e la gestione sostenibile delle acque sotterranee nel quadro di altri progetti e iniziative del settore idrico. A titolo di esempio, lo stoccaggio e il prelievo delle acque sotterranee potrebbero figurare fra le fonti di approvvigionamento idrico urbano al fine di garantire maggiore sicurezza e flessibilità in caso di variazioni stagionali delle risorse. Tutto ciò consentirebbe di ottimizzare i finanziamenti esistenti provenienti dall'aiuto pubblico allo sviluppo, dalle tariffe relative a fornitura idrica e a impianti igienico-sanitari, come pure dal partenariato pubblico-privato. Oneri e imposte applicati ad altri settori, come ad esempio quello agricolo, potrebbero essere utilizzati per il finanziamento di iniziative relative alle acque sotterranee, riducendo così eventuali esternalità negative.

In numerosi paesi, le attività oggetto di finanziamento pubblico promosse da altri settori comportano l'abbassamento delle falde acquifere o l'inquinamento delle acque sotterranee. A titolo di esempio, i sussidi assegnati al settore energetico che incentivano un prelievo eccessivo delle acque sotterranee riducendo il costo dell'elettricità, oppure quelli destinati alle imprese agricole che incoraggiano le colture richiedenti maggiori quantitativi di acqua, possono condurre a risultati sfavorevoli. La riforma di questi sussidi potenzialmente dannosi e il loro adattamento alle politiche relative alle acque sotterranee dovrebbero costituire parte integrante del programma di finanziamento del settore idrico.

La strada verso il futuro

È essenziale che i paesi si impegnino nella definizione di un quadro adeguato ed efficace per la governance delle acque sotterranee

L'Assemblea generale delle Nazioni Unite e il Consiglio per i diritti umani riconoscono l'accesso equo ad acqua potabile sicura e a servizi igienico-sanitari adeguati come diritti umani distinti. Gli Stati membri delle Nazioni Unite sono tenuti a garantire i diritti umani ad acqua potabile e a impianti igienico-sanitari sicuri attraverso piani di azione e strategie e tramite la protezione delle acque sotterranee e la ricarica degli acquiferi, dato che queste costituiscono una componente essenziale della fornitura di acqua e di servizi igienico-sanitari.

È essenziale che i paesi si impegnino nella definizione di un quadro adeguato ed efficace per la governance delle acque sotterranee. Questo richiede che i governi prendano l'iniziativa e si facciano carico della responsabilità di istituire e di mantenere una struttura di governance pienamente operativa che preveda sviluppo di competenze, capacità istituzionale, leggi, regolamenti e loro relativa applicazione, formulazione di politiche e pianificazione, partecipazione delle parti interessate e finanziamenti adeguati. Spetta inoltre agli Stati garantire che le rispettive politiche e piani in materia di gestione delle acque sotterranee vengano pienamente attuati. I governi devono assumere il proprio ruolo di custodi delle risorse, essendo le acque sotterranee un bene comune, garantire che l'accesso alle acque sotterranee e i vantaggi derivanti da esse vengano equamente distribuiti, e che la risorsa rimanga disponibile anche per le generazioni future.

Conclusioni

L'insieme delle acque sotterranee disponibili sulla Terra costituisce un enorme patrimonio di acqua dolce. In un mondo in cui la domanda di acqua aumenta costantemente, dove le risorse idriche superficiali sono spesso scarse e sottoposte a uno stress sempre maggiore, il valore delle acque sotterranee come risorsa che consente lo sviluppo delle società umane ormai da millenni verrà riconosciuto universalmente.

Nonostante l'abbondanza generale, le acque sotterranee sono comunque vulnerabili al sovrasfruttamento e all'inquinamento, con potenziali effetti devastanti su tale risorsa e sulla sua disponibilità. Per liberare tutto il potenziale delle acque sotterranee saranno necessari sforzi notevoli e concertati nella loro gestione e nel loro utilizzo sostenibile. Il primo passo in questo senso è rendere visibile questa risorsa invisibile.

Redatto dal WWAP | Richard Connor e Michela Miletto

Questa pubblicazione è prodotta dal WWAP per conto di UN-Water.

Illustrazione in copertina di Davide Bonazzi

Traduzione a cura di ITACA Servizi Linguistici, revisione a cura di Martina Favilli e Valentina Abete

Progettazione grafica e impaginazione di Marco Tonsini

© UNESCO 2022

I contenuti e i materiali della presente pubblicazione non rappresentano in nessun modo l'opinione dell'UNESCO in merito allo status giuridico di qualunque paese, territorio, città o area, o relativamente alle rispettive autorità o ai limiti relativi a frontiere o confini. I concetti e le opinioni espressi nella presente pubblicazione sono quelli degli autori, non riflettono necessariamente le opinioni dell'UNESCO e non impegnano in nessun modo l'Organizzazione.

Per ulteriori informazioni relative a copyright e licenze, consultare la versione integrale del rapporto disponibile all'indirizzo https://en.unesco.org/wwap.

Programma mondiale di valutazione delle risorse idriche dell'UNESCO
Ufficio del programma per la valutazione globale dell'acqua
Divisione Scienze dell'Acqua, UNESCO
06134 Colombella, Perugia, Italia
Email: wwap@unesco.org
https://en.unesco.org/wwap

Unesco
World Water
Assessment Programme

Questa pubblicazione è finanziata dal governo italiano e dalla Regione Umbria.

Regione Umbria

Climaticamente neutrale
Produzione
ClimatePartner.com/12066-2002-1001

SC-2022/WS/3