

Crisi idriche: interventi per la gestione e strategie di mitigazione

Premessa

I cambiamenti climatici in atto nell'area mediterranea e sulle Alpi, considerati ormai hotspot di rilevanza globale, stanno modificando in maniera significativa i regimi idrologici e idrogeologici con impatti negativi sugli ecosistemi, sulla disponibilità di risorse idriche e sui fabbisogni idrici. Nel Bacino del Mediterraneo vivono 510 milioni di persone e la prospettiva per il 2050 è che la domanda di acqua sarà raddoppiata o addirittura triplicata.

Questa domanda si scontra con i vari scenari di riscaldamento globale che, ad esempio, nel caso di aumento di 2°C della temperatura globale porterebbero ad una riduzione della precipitazione del 15-20%. prevedono un progressivo aumento dell'intensità e della durata degli eventi siccitosi nel bacino del Mediterraneo, spesso in combinazione con disastrose ondate di calore, che tra pochi anni potrebbero portare alcune aree oltre il punto di non ritorno.

Il Mediterraneo sarà inoltre caratterizzato dal paradosso di inondazioni più forti e frequenti nelle stagioni autunno/invernali e di siccità crescenti nelle stagioni estive. La riduzione della ricarica delle falde acquifere, con parallela riduzione della qualità dell'acqua dovuta all'aumento della salinità, insieme a una maggiore pressione di utilizzo comporteranno un aumento del rischio di crisi idriche che va dal 30% in Italia e Francia, ad oltre il 35% in Spagna, per superare il 40% in Marocco ed in Algeria. Tutto ciò si traduce in una diretta minaccia alla sicurezza alimentare nella regione mediterranea.

Ciò pone un grosso problema di sostenibilità, non solo perché le risorse idriche destinate all'agricoltura sono costantemente sotto pressione a causa della crescente domanda di acqua per uso domestico ed industriale, ma soprattutto perché in tutte le terre semi-aride ed aride del mondo l'irrigazione si basa principalmente su fonti di acque sotterranee che si stanno riducendo drammaticamente. Bisogna ricordare, infatti, che solo il 2,5% delle risorse idriche totali del mondo sono costituite da acqua dolce; di queste riserve di acqua dolce il 70% è costituita dalle calotte polari e dai ghiacciai, il 30% da acque sotterranee e solo lo 0,3% da acque superficiali. Si stima che oltre il 50% dell'acqua utilizzata per irrigare le colture mondiali sia fornita da fonti sotterranee. In Italia i consumi di acqua riguardano per il 55% il settore agricolo, per il 18% gli usi civili e per il 27% a quelli industriali. Rispetto ai prelievi di acqua per uso potabile osserviamo che il nostro Paese detiene il primato europeo, consumando 428 litri per abitante al giorno.

Ambiti di intervento

In una situazione di crisi come quella attuale, fatte salve tutte le azioni di emergenza necessarie ad assicurare il fabbisogno idropotabile, a breve termine si possono mettere in campo azioni esclusivamente di tipo gestionale, improntate ad un risparmio della risorsa idrica in tutti i comparti. Viceversa, la sfida di lungo termine è trovare un equilibrio tra i diversi servizi ecosistemici e i sistemi di approvvigionamento, tra le necessità di sviluppo socioeconomico, le

necessità di tutela ambientale e la salvaguardia delle risorse naturali per il futuro benessere dell'uomo.

Occorre, dunque, definire misure concrete che siano coerenti con alcuni (SDG 6, 13, 14, 15) degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile previsti dall'Agenda 2030 dell'Organizzazione delle Nazioni Unite. Misure pensate nella volontà di adeguare le normative nazionali e regionali ai nuovi strumenti già in essere a livello EU (Regolamento EU 2020/741 sul riutilizzo delle acque).

Bisogna anche investire in ricerca, scienza e cultura, con una visione di lungo termine per sviluppare competenze e tecnologie per affrontare il futuro, e per tale ragione, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) si è fatto promotore di uno degli interventi più importanti del PNRR (Missione 4, Componente 2), il Centro Nazionale Biodiversità, *National Biodiversity Future Center*, con quartier generale a Palermo, congiuntamente a 50 soci tra enti pubblici e privati, università e aziende.

1. Capacità previsionale e monitoraggio

La valutazione della vulnerabilità e resilienza dei sistemi di approvvigionamento idrico da fonti convenzionali e non, deve necessariamente adottare un approccio integrato che prenda in considerazione, in primo luogo, i regimi meteo-climatici attuali e il miglioramento della capacità di prevedere tali regimi, nel contesto di cambiamento climatico globale in atto, e la valutazione del loro impatto sulla variabilità stagionale e inter-annuale delle risorse superficiali e sotterranee, studiati e monitorati attraverso l'integrazione di modelli globali, modelli ad alta risoluzione spaziale, rianalisi atmosferica, modelli accoppiati atmosfera oceano, osservazioni da terra, in situ e da satellite. Una stima accurata della variabilità inter-annuale di precipitazioni, temperature e ricarica è imprescindibile per permettere una gestione razionale della risorsa idrica superficiale e sotterranea e dei relativi prelievi. In tal senso, divengono di fondamentale importanza interventi quali l'utilizzo di tecnologie satellitari innovative per il monitoraggio delle proprietà della neve e del ghiaccio, allo scopo di interpretare le dinamiche di fusione stagionale della criosfera.

Fondamentali per un uso sostenibile della risorsa idrica in grado di mantenere la biodiversità e le funzioni ecosistemiche sono altresì la realizzazione di sistemi di monitoraggio dello stato degli ecosistemi e la modellazione degli impatti in funzione degli asporti. Le aree umide – naturali o riprodotte come nei sistemi di fitodepurazione – hanno un naturale ruolo di miglioramento della qualità delle acque. Le fasce tampone vegetate rappresentano oltre ad un elevato valore paesaggistico veri e propri sistemi di protezione dei corpi idrici superficiali con azione filtrante di prodotti fitosanitari e altri potenziali contaminanti.

2. Efficientamento della rete idrica e sistemi di monitoraggio e captazione

Un ulteriore ambito di intervento riguarda, senz'altro, la riqualificazione e l'efficientamento dei sistemi di approvvigionamento e di distribuzione delle risorse, il potenziamento delle attuali capacità di captazione e immagazzinamento e l'implementazione dei sistemi per il riutilizzo delle acque, anche attraverso l'adozione di pratiche gestionali e di soluzioni "nature based", in grado di fornire un'ampia gamma di servizi ecosistemici.

Una delle prerogative più urgenti da affrontare nella gestione della rete idrica è costituita dall'identificazione e riduzione degli sprechi. In Italia, in effetti, la vetustà delle infrastrutture di captazione e distribuzione e la mancanza di manutenzione delle stesse, a cui si aggiungono anche diffusi prelievi abusivi, determina differenze significative tra quanto viene immesso in rete e quanto viene effettivamente utilizzato. Stando ai dati Istat, le perdite di rete ammontano a circa 10 milioni di metri cubi di acqua pari al 47,9% dell'acqua immessa.

Rispetto alla gestione degli invasi, segnaliamo come secondo l'ITCOLD - Comitato Nazionale Italiano delle Grandi Dighe, circa 1/3 degli invasi italiani sia interessato da significativi fenomeni di interrimento con perdite dei volumi utili che ne limitano la funzionalità e l'efficienza. Risulta essenziale, dunque, promuovere un monitoraggio adeguato per la gestione dell'interrimento degli invasi mediante l'utilizzo di tecnologie avanzate che consentano il ripristino della capacità utile del serbatoio ai fini gestionali.

In tal senso, il CNR supporta la volontà, espressa nell'articolo 5, di garantire l'efficiente utilizzo dei volumi degli invasi per il contrasto alla crisi idrica a scopo potabile, irriguo, industriale ed idroelettrico, condividendo altresì le intenzioni poste alla base dell'articolo 4, finalizzato a semplificare le procedure per la realizzazione, il potenziamento e l'adeguamento delle infrastrutture idriche, e a garantire la sicurezza e la gestione degli invasi.¹

In generale, riteniamo che l'innovazione tecnologica possa e debba contribuire a risolvere tale problematica, con misure quali lo sviluppo di reti di monitoraggio avanzate e la messa a sistema di tutte le infrastrutture (da quelle di gestione a quelle di ricerca nazionali e internazionali, e.g. RI ESFRI a cui il nostro paese partecipa attivamente) in grado di aumentare la qualità e la quantità di dati per il monitoraggio, l'indagine del cambiamento e a supporto della gestione. Gli Open Data raccolti dalle infrastrutture di ricerca sono la base essenziale per lo sviluppo dei modelli previsionali e interpretativi di supporto alle decisioni in termini di politiche per l'acqua.

Gli investimenti necessari per un ammodernamento della rete di distribuzione che limiti in maniera significativa le perdite, favorendo quindi un recupero di risorsa, sono elevati e attualmente difficilmente sostenibili (salvo lodevoli eccezioni) dai gestori, ma potrebbero essere sostenuti e controllati in ambito PNRR. Sarebbe auspicabile un Piano Nazionale per la Ricerca delle Perdite idriche per la predisposizione, eventualmente in sinergia con i Gestori e le Associazioni che li rappresentano, di linee-guida per lo svolgimento di attività di ricerca delle perdite reali ed apparenti.

3. Desalinizzazione

Oltre ad aumentare la capacità di accumulo della risorsa idrica, l'attuale condizione di siccità ci impone di diminuire le pressioni sulla risorsa idropotabile prelevata da falda o da acque superficiali, creando sistemi di approvvigionamento alternativi, quali i dissalatori.

¹ In particolare, alle procedure di progettazione e realizzazione di alcuni interventi infrastrutturali nel settore idrico vengono estese le semplificazioni in materia di affidamento dei contratti pubblici PNRR e PNC previste dall'art. 48 del decreto-legge "semplificazioni" 2021.

Sul tema della desalinizzazione, il CNR apprezza l'intenzione, da cui muove l'articolo 10 (Modifiche alla disciplina degli impianti di desalinizzazione), di velocizzare la realizzazione di impianti di desalinizzazione e garantire speditezza nel loro funzionamento.

Reputiamo, tuttavia, che il ricorso alla dissalazione senza un intervento sulle perdite di filiera sia incompatibile con i principi di sostenibilità imposti dal quadro normativo vigente. La realizzazione di impianti di dissalazione rappresenta l'*estrema ratio* della pianificazione di settore, possibile cioè solo nei casi in cui - per ragioni di fattibilità tecnica o costi sproporzionati - i vantaggi da essi derivanti non possono essere conseguiti con altri mezzi più adeguati sul piano della sostenibilità ambientale. È opportuno evidenziare che la tecnologia della dissalazione è al momento fortemente energivora, che può avere un impatto considerevole sugli ecosistemi marini in caso di sversamenti puntiformi di acque ipersaline per periodi prolungati. Pertanto, i costi complessivi della gestione degli impianti di dissalazione andranno valutati in rapporto alle possibili alternative, anche in termini di consumo energetico e di emissioni di CO₂.

Le attuali competenze tecnico scientifiche possono fornire le basi per una progettazione di impianti sempre più accessibile, performante e sostenibile, grazie all'ottimizzazione delle tecnologie a membrana, dei sistemi di recupero energetico e dell'accoppiamento dei dissalatori con fonti di energia rinnovabili. A questo proposito, il CNR dispone di competenze e tecnologie innovative, come dimostrato dalle attività dell'Istituto per la Tecnologia delle Membrane con sede a Rende.

Nel campo della dissalazione, appare, dunque, necessario sostenere un percorso tecnico-scientifico in grado di colmare l'attuale vuoto legislativo, nell'intento di fornire una regolamentazione chiara ed univoca sulla materia degli scarichi e degli impatti dei prodotti impiegati, in grado di tutelarne le potenziali conseguenze ambientali ed investire nella migliore valorizzazione delle scorie (la salamoia come opportunità economica).

4. Siccità e agricoltura

L'agricoltura rappresenta un settore profondamente coinvolto dalla scarsità della risorsa idrica e al tempo stesso principale protagonista nella sfida per ridurre sprechi e consumi, che necessita di interventi tempestivi, ivi inclusa una revisione del sistema di tariffazione degli usi dell'acqua basato su premialità e penalità che valorizzino le esperienze virtuose.

Com'è noto, il cambiamento climatico influisce pesantemente sulla fertilità dei suoli e sulla idoneità delle superfici alle produzioni agricole. Ciò comporta una riduzione delle aree coltivabili, con un'azione diretta dovuta al cambio dei regimi termici ed idrici, oppure indiretta in combinazione con la variabilità spaziale del suolo e delle forme del territorio.

La scarsità delle precipitazioni, ma soprattutto il diverso regime pluviometrico e la sua aumentata variabilità, richiedono l'adozione di ogni misura che renda possibile massimizzarne l'uso da parte della vegetazione. Esiste una vasta esperienza sviluppata nel corso dei secoli dagli agricoltori operanti nei paesi con clima semi-arido che hanno usato pratiche per il *rain harvesting* allo scopo di raccogliere quanto più possibile le precipitazioni e favorirne l'immagazzinamento nell'orizzonte agrario del suolo. L'abitudine ad affidarsi all'irrigazione ed ai mezzi tecnologici connessi ha spesso allontanato gli operatori dalla realizzazione di tali pratiche che vanno invece

reintrodotte come forma di adattamento al cambiamento, adattate agli specifici ambienti (scegliendo le tecniche più adeguate) ed il cui uso va diffuso tra gli operatori.

Per affrontare le sfide sollevate dalla siccità e dalle crisi idrica nel settore agricolo, bisogna promuovere soluzioni e tecnologie innovative in grado di aumentare la produttività e l'efficienza dell'uso dell'acqua nel comparto agricolo e allo stesso tempo di mitigare gli impatti crescenti della siccità.

La disponibilità a basso costo di tecnologie sempre più avanzate e le potenziate capacità di interconnessione stanno permeando tutti i campi della nostra vita. Anche l'agricoltura sta subendo profonde modifiche grazie all'utilizzo sempre più diffuso delle nuove tecnologie, tanto da poter parlare di terza rivoluzione agricola (*precision agriculture*). In Italia esiste tutta una comunità scientifica in grado di applicare le conquiste della robotica e dell'intelligenza artificiale nel settore dell'agricoltura di precisione: citiamo, per esempio, il Partenariato Esteso su aspetti fondamentali di Intelligenza Artificiale, Progetto FAIR, finanziato con i fondi PNRR e guidato dal CNR, ma anche "Agritech", il Centro Nazionale per lo sviluppo delle nuove tecnologie in agricoltura per lo sviluppo delle nuove tecnologie in agricoltura, che coinvolge 28 Università, 5 centri di ricerca e 18 imprese distribuite su tutto il territorio nazionale e rappresentative delle eccellenze italiane nel settore agrifood.

Le finalità di questa trasformazione agricola sono molteplici:

- sfruttare sistemi robotizzati per la cura del campo, quali ad esempio aratri, seminatrici e trebbiatrici a guida automatica, o sistemi robotizzati di raccolta che permettono di scartare il prodotto agricolo deteriorato;
- effettuare interventi agronomici mirati per ottimizzare i trattamenti (ad. es. irrigazione, irrorazione, concimazione) con un abbattimento dei costi di produzione e migliorare la qualità dei prodotti agricoli;
- fronteggiare le sfide climatiche che portano ad un impoverimento del suolo, che in un contesto di carenza di acqua, porterebbe ad una progressiva desertificazione del territorio; sostenibilità (intensificazione sostenibile);
- produrre nuovi genotipi/varietà: fenomica vegetale.

Le componenti centrali di questa rivoluzione agricola a risparmio idrico sono costituite, in primo luogo, dal miglioramento dei sistemi irrigui, mediante un ampio utilizzo delle tecnologie di irrigazione a goccia che consentono un uso dell'acqua più efficiente, equo e rispettoso dell'ambiente. Nella sfera dell'irrigazione a risparmio idrico, il CNR ha sviluppato diverse procedure e sensori per la definizione del miglior momento e volume irriguo da realizzare: ad esempio, si possono utilizzare sensori di ultimissima generazione direttamente impiantati nelle piante (es. BIORISTOR -CNR) oppure utilizzare sensori low cost distribuiti ad hoc attraverso una caratterizzazione delle aree omogenee di coltivazione collegati a sistemi DSS in cui vengono

definiti tools per ogni specifica esigenza. In tal senso la piattaforma DSS AGROSAT sviluppata dal CNR IBE in collaborazione con Barilla ne rappresenta un valido esempio.

Ulteriore obiettivo da conseguire in questo settore è il miglioramento della gestione delle colture: qui un ruolo chiave è assunto dall'uso efficace dei "big data" acquisiti. Occorre migliorare la gestione analitica dei dati tramite il machine learning e l'intelligenza artificiale che dovranno essere integrati con la scienza agronomica, dando vita all'agricoltura digitale: tecnologie dell'informazione digitale e geospaziale che integrano sensori, analisi e automazione per monitorare, valutare e gestire il suolo, i dati climatici e le risorse genetiche a scala di campo e di comprensorio.

Per fronteggiare la crisi in atto appaiono altrettanto imprescindibili i seguenti aspetti: recupero e valorizzazione di genotipi/ecotipi "resilienti al clima" in quanto evoluti in ambienti aridi; miglioramento genetico delle piante per aumentarne la resistenza alla siccità e l'efficienza dell'uso dell'acqua; fenomica vegetale.

Il miglioramento genetico e le biotecnologie consentono oggi di conoscere le basi dei processi biochimici e metabolici che regolano la produttività delle piante. Ma per incrementare le produzioni bisogna verificare che queste informazioni si trasferiscano dal genotipo al fenotipo, in modo da verificare l'impatto dell'ambiente sulla potenzialità genetica dell'organismo. Mentre oggi si sequenziano interi genomi in poco tempo e si possono creare nuovi genotipi in tempi relativamente brevi, l'analisi del fenotipo è un processo tradizionalmente lento e faticoso.

Fra gli approcci innovativi di miglioramento genetico basati sulle moderne biotecnologie, le tecniche di evoluzione assistita (TEA) o New Breeding Techniques (NBT), come per esempio la cisgenesi, il gene editing e la mutagenesi rappresentano oggi una strategia particolarmente promettente. Mediante la cisgenesi si può trasferire un gene di resistenza in una varietà sensibile della stessa specie senza trasferire dei caratteri indesiderati, come avviene invece con l'incrocio tradizionale. Il gene editing è una metodologia rivoluzionaria che ha portato nel 2020 all'attribuzione del premio Nobel per la chimica alle due scienziate Jennifer A. Doudna ed Emmanuelle Charpentier; rappresenta uno strumento ineguagliabile per l'agricoltura del terzo millennio. Il principio innovativo su cui si basano le TEA consiste nell'andare a modificare in maniera estremamente precisa ed accurata l'informazione genetica che controlla determinate caratteristiche di una pianta, tra cui l'adattabilità agli stress ambientali, come lo stress idrico. Nell'ambito della resilienza allo stress idrico, ad esempio, sono noti alcuni geni candidati per l'applicazione dell'editing genico che possono regolare l'accumulo dell'acido abscissico (ABA, uno degli ormoni chiave nell'ambito delle risposte di difesa delle piante a stress idrico), o di sostanze antiossidanti che aiutano a mitigare gli effetti negativi dovuti alla mancanza di acqua, o che sono coinvolti nei processi di formazione degli stomi fogliari, andando quindi ad influire sulla regolazione degli scambi gassosi (assimilazione della CO₂ e traspirazione).

A differenza dei metodi tradizionali di transgenesi, che prevedono il trasferimento di geni tra specie diverse, le TEA si basano quindi sulla combinazione di geni intraspecifici, e causano mutazioni che accelerano l'evoluzione della specie, contribuendo ad aumentare la biodiversità genetica e soprattutto a produrre nuovi cloni e nuovi prodotti. Le piante ottenute tramite TEA non

sono quindi concettualmente diverse da quelle normalmente selezionate con le tradizionali metodiche di incrocio, ma offrono l'importante vantaggio di velocizzare con un investimento economico decisamente più contenuto processi che avverrebbero comunque in modo naturale. Il miglioramento genetico convenzionale richiede infatti tempi molto lunghi (circa 10 anni a seconda della specie) e l'impiego di ingenti risorse umane ed economiche, spesso facilmente sostenibili solo dalle multinazionali.

Le piattaforme di fenotipizzazione richiedono interazioni di network di sensori e database (ad esempio, nuovi sensori, automazione, machine learning, big data) con le scienze biologiche ed agronomiche (integrazione della fisiologia con l'omica a diverse scale temporali e spaziali in diversi ambienti). Si stima che l'accelerazione della selezione genetica grazie alla 'fenotipizzazione' consentirà di raggiungere incrementi di produttività da parte delle piante di circa il 20% e risparmi nell'uso delle risorse, acqua in particolare, superiori al 40%.

Alla luce di quanto illustrato, il CNR accoglie positivamente quanto disposto dall'articolo 6 in merito alle vasche di raccolta di acque piovane per uso agricolo, e dall'articolo 7 rispetto al riutilizzo a scopi irrigui in agricoltura delle acque reflue depurate prodotte dagli impianti di depurazione. Pensiamo, infatti, che il riutilizzo delle acque reflue depurate debba essere fortemente supportato, non solo nell'agricoltura, ma anche nell'industria e nel comparto civile per applicazioni di tipo urbano e ricreativo. Riteniamo, tuttavia, che queste disposizioni, seppur condivisibili, non siano sufficienti a contrastare l'emergenza in atto e che debbano essere incoraggiate ulteriori azioni basate su scienza e tecnologia.