

UN DIFFICILE EQUILIBRIO PER LE ACQUE SOTTERRANEE

LA SOSTENIBILITÀ DEI PRELIEVI PER I DIVERSI USI DIPENDE DALLA CAPACITÀ DI RICARICA NATURALE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI. IL CAMBIAMENTO CLIMATICO STA MODIFICANDO IL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI, RIDUCENDO LA CAPACITÀ DI RICARICA DELLE FALDE. UN'ANALISI RELATIVA ALLA SITUAZIONE IN EMILIA-ROMAGNA.

Le acque sotterranee hanno sempre rappresentato nella storia dell'umanità una risorsa strategica per il sostentamento delle attività umane, in particolare nei periodi siccitosi. Nei territori dove le acque sotterranee sono presenti in quantità significative e sono facilmente accessibili, come accade nelle pianure alluvionali, lo sviluppo delle attività agricole, zootecniche, industriali e civili sono meno vincolate alla disponibilità di acque superficiali e in particolare le necessità idriche nel corso dell'anno non risentono del regime idrico stagionale tipico dei corsi d'acqua superficiali. Nonostante l'infrastrutturazione idrica in diversi territori abbia portato alla realizzazione di importanti opere di canalizzazione per aumentare la disponibilità idrica di acque superficiali in zone distanti dai corsi d'acqua naturali, l'uso di acque sotterranee continua a essere strategico sia in termini quantitativi, di disponibilità idrica nel corso dell'anno, sia in termini di qualità, in quanto le acque sotterranee garantiscono una maggiore stabilità nel tempo del chimismo e una minore vulnerabilità all'inquinamento rispetto alle risorse idriche superficiali. In altre parole, l'uso delle risorse idriche sotterranee contribuisce a rendere più resilienti i territori ai sempre più frequenti effetti determinati dai cambiamenti climatici. È ormai dimostrato a scala globale come i cambiamenti climatici in atto abbiano modificato il regime delle precipitazioni in diverse zone, aumentando il numero medio annuo di giorni senza piogge (periodi siccitosi) e concentrando le precipitazioni in un minore numero di eventi meteorici di breve durata (eventi estremi) che in passato si distribuivano su tempi più lunghi. Ciò determina situazioni estreme nella regimazione delle acque meteoriche, con ripetuti alluvionamenti di territori a seguito di ruscellamento superficiale eccezionale o esondazione di corsi d'acqua: esondazioni dovute in alcuni casi alla non corretta

FIG. 1
STATO QUANTITATIVO
2010-2019

Evoluzione stato
quantitativo 2010-2019
dei corpi idrici sotterranee
in Emilia-Romagna.

■ Scarso
■ Buono

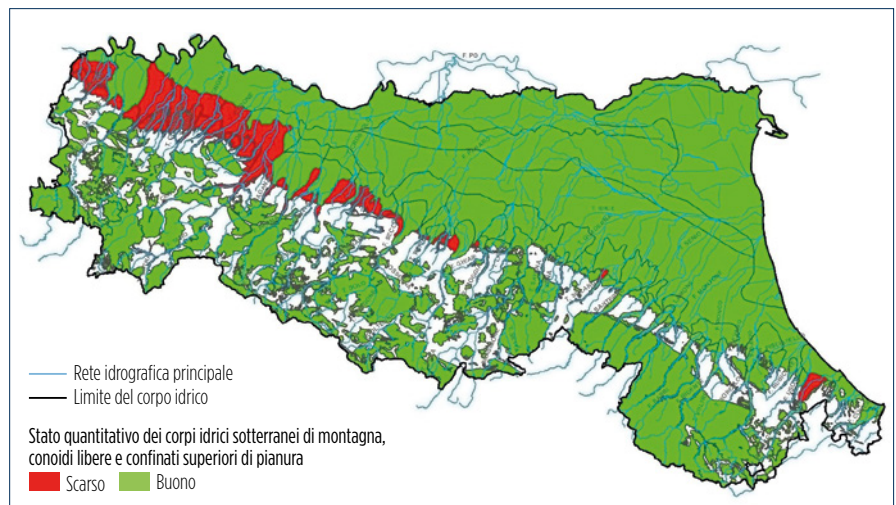
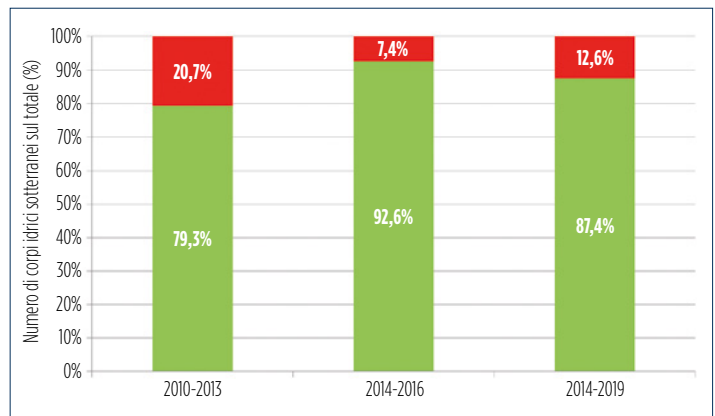


FIG. 2 STATO QUANTITATIVO 2014-2019

Stato quantitativo 2014-2019 dei corpi idrici sotterranee montani, liberi e confinati superiori di pianura.

gestione del territorio, ma nella maggior parte dei casi dovute al fatto che le portate recenti di piena, a seguito degli eventi estremi, non sono quasi mai state registrate nelle serie storiche delle portate dei singoli corsi d'acqua. Questa diversa distribuzione delle precipitazioni, se in generale può non comportare una differenza significativa in termini di precipitazioni complessive annue, ha effetti negativi anche sulla ricarica delle acque sotterranee, dove la quantità di acqua meteorica che si infila nel sottosuolo è variabile dal 2-5% al 15-20% a seconda delle condizioni

idrogeologiche e geologiche del territorio, ma questa variabilità dipende anche dalla durata degli eventi meteorici. In altre parole, a parità di precipitazioni, l'infiltrazione delle acque meteoriche in falda tende a diminuire all'aumentare dell'intensità delle precipitazioni stesse. La ricarica naturale delle falde è essenziale per permettere il rinnovamento delle acque sotterranee in modo da rendere sostenibili i prelievi idrici sotterranee per i diversi usi, a partire da quello per il consumo umano. Lo stato quantitativo di ciascun corpo idrico sotterraneo, secondo la direttiva 2000/60/

CE, deve raggiungere lo stato buono, che si ottiene quando il "livello di acque sotterranee nel corpo idrico è tale che la media annua dell'estrazione a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili". In altre parole i volumi di acque sotterranee prelevati dall'uomo per i diversi usi non devono superare i volumi di ricarica degli acquiferi sul lungo periodo, in modo da rendere sostenibili gli usi nel tempo, anche alle generazioni future, senza incorrere nel rischio di depauperare gli acquiferi utilizzando le riserve idriche sotterranee che si sono immagazzinate nei millenni.

In Emilia-Romagna lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei evidenzia un miglioramento dal 2010-2013 al 2014-2019 pari all'8,1% dei 135 corpi idrici sotterranei, passando dal 79,3% al 87,4% (Arpa, 2021, figura 1). I corpi idrici di conoide alluvionale da Modena a Rimini che nel 2010-2013 evidenziavano criticità, nel periodo più recente mostrano un miglioramento, viceversa nel periodo 2014-2019 sono le conoidi alluvionali (libere e confinate superiori) della zona occidentale della regione, da Piacenza a Reggio Emilia, a presentare uno scadimento dello stato quantitativo (figura 2).

Sullo stato quantitativo degli ultimi 10 anni circa, hanno inciso notevolmente le condizioni climatiche che sono state molto favorevoli alla ricarica degli acquiferi fino al 2016, con l'eccezione del 2012, poi dalla siccità del 2017 fino al 2019 si è verificata una significativa attenuazione dei livelli piezometrici, soprattutto nella porzione occidentale del territorio regionale, in corrispondenza delle conoidi alluvionali, e nel bolognese. Il peggioramento dello stato quantitativo è evidente nell'ultimo triennio, considerando che al 2016 lo stato buono era stato raggiunto dal 92,6% dei corpi idrici sotterranei. Ciò evidenzia che lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei in Emilia-Romagna risponde in modo relativamente rapido alle variazioni della ricarica determinate dalle condizioni climatiche, almeno per i corpi idrici di conoide alluvionale, e ciò avviene sia in miglioramento che in peggioramento, quindi per lo stato quantitativo l'inerzia del sistema è minore rispetto a quanto osserviamo per gli aspetti chimici che sono invece governati da tempi più lunghi di diffusione e trasporto dei contaminanti in falda. Il monitoraggio regionale dei corpi idrici sotterranei evidenzia dal 2002 (e dal 2010 per i corpi idrici freatici di pianura) (figura 3, 4, 5) che la profondità delle falde ha raggiunto i minimi valori nel periodo

2015-2016 mentre sono diversi i periodi con i maggiori approfondimenti della falda: 2003, 2007-2008, 2012, 2017. Le variazioni di livello hanno riguardato tutti i corpi idrici, ma gli effetti maggiori risultano essere presenti nei corpi idrici più vicini e idrogeologicamente connessi alle zone di ricarica diretta. A seguito della siccità del 2017 non sono ancora evidenti situazioni di recupero, ma persiste una

situazione pressoché stazionaria dal 2018 al 2021. Occorre precisare che il livello delle falde rappresenta la sommatoria sia dei fattori che incidono sulla ricarica delle falde (naturale ed eventuale artificiale dove esiste), sia dei prelievi per i diversi usi. In condizioni di siccità, quando anche i corsi d'acqua superficiali sono in condizioni di magra o secca, i prelievi da falda tendono ad aumentare, in quanto è l'unica risorsa

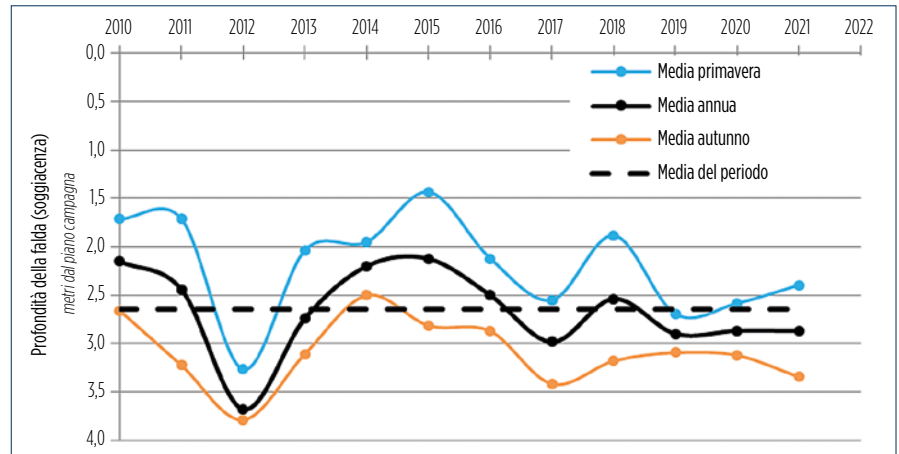


FIG.3 FREATICO DI PIANURA FLUVIALE
Livelli di falda freatica superficiale (2010-2021).

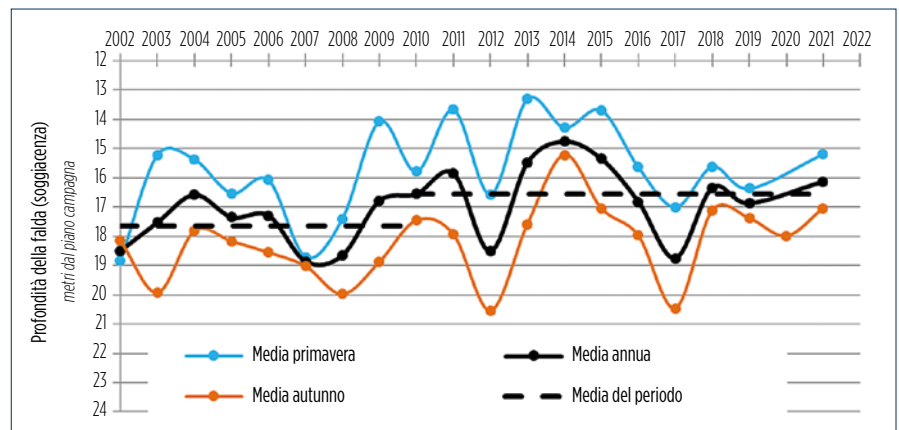


FIG.4 CONOIDI ALLUVIONALI LIBERE
Livelli di falda freatica in conoide apicale (2002-2021).

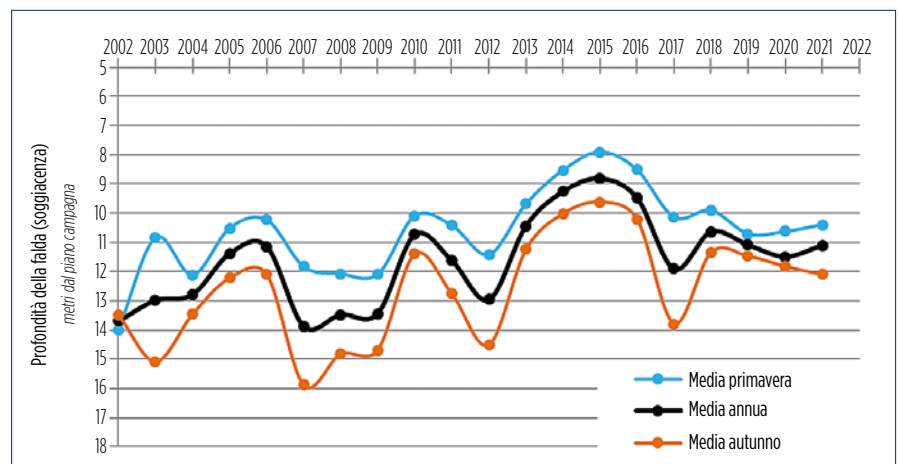


FIG.5 CONOIDI ALLUVIONALI CONFINATE SUPERIORI
Livelli di prime falde confinate in conoide medio-distale (2002-2021).

idrica disponibile, pertanto gli effetti negativi sulla falda stessa si amplificano, ovvero maggiori prelievi e minore ricarica. Il monitoraggio automatico delle falde, che in Emilia-Romagna è disponibile in un numero ridotto di stazioni, circa 38 in tutta la regione, permette di acquisire i livelli di falda con frequenza oraria e giornaliera, e rappresenta lo strumento per verificare nel corso dell'anno in tempo reale l'andamento dei livelli delle principali risorse idriche sotterranee. Un esempio di monitoraggio automatico dei livelli di falda è rappresentato dalla stazione di Bologna (BOF8-00, figura 6) che è ubicata nel corpo idrico confinato superiore della conoide Reno-Lavino. È evidente che nel periodo dalla fine del 2007 al 2021, la profondità minima di falda è stata raggiunta nel periodo 2014-2016 con una differenza di circa 15 metri rispetto ai periodi precedente e successivo. Questa situazione è indubbiamente la sommatoria di un effetto climatico che ha determinato una maggiore ricarica e l'effetto della messa in funzione di infrastrutture del servizio idrico integrato che prelevano una maggiore quantità di acque superficiali riducendo i prelievi da acque sotterranee (Nespoli et al, 2021). Una diversa elaborazione per box plot mensili dei dati di livello della stessa stazione (figura 7), come suggerito nelle linee guida Snpa 3/2017, permette di evidenziare meglio l'andamento dei livelli in tempo reale con l'intera serie storica della stazione nel mese di interesse. È una rappresentazione che permette di individuare una fascia di oscillazione del livello non significativa, dal 25° al 75° percentile, mentre il livello risulta di attenzione quando la profondità di falda supera il 75° percentile. È evidente che l'anno 2016 abbia rappresentato per la stazione e per il corpo idrico uno degli anni di minore approfondimento della falda, mentre il 2017 è stato l'anno in cui è avvenuto il passaggio, dalla primavera all'autunno, da livelli poco profondi a livelli profondi della serie storica fino a raggiungere nell'autunno 2021 i livelli più profondi dal 2007.

Il monitoraggio automatico dei livelli di falda, utilizzando adeguate rappresentazioni per valutare le condizioni critiche per lo stato dei corpi idrici sotterranei, permette di supportare la gestione della risorsa idrica sotterranea nei periodi di crisi idrica e siccità. Una corretta gestione delle risorse idriche sotterranee permette di mantenere nel lungo periodo lo stato quantitativo buono dei corpi idrici e allo stesso tempo di garantire ai territori una maggiore resilienza ai cambiamenti climatici

potendo sostenere i maggiori prelievi di acque durante i periodi siccitosi a condizione però di recuperare nel medio termine il disequilibrio transitorio.

Marco Marcaccio

Arpae Emilia-Romagna

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Arpae Emilia-Romagna, 2021, *Valutazione dello stato delle acque sotterranee 2014-2019*, a cura di Marco Marcaccio e Daniela Lucchini, Bologna, 114pp, <https://bit.ly/3ISX7uE>

Nespoli M., Cenni N., Belardinelli M.E., Marcaccio M., 2021, "The interaction between displacements and water level changes due to natural and anthropogenic effects in the Po plain (Italy): the different point of view of Gns and piezometers", *Journal of Hydrology*, 596, 126112.

Percopo C., Brandolin D., Canepa M., Capodaglio P., Cipriano G., Gafà R., Iervolino D., Marcaccio M., Mazzola M., Mottola A., Sesia E., Testa M., 2017, *Criteri tecnici per l'analisi dello stato quantitativo e il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei*, Linee guida Snpa n. 3/2017 (Isbn 978-88-448-0837-2).



FOTO: FRANCESCO GRAZIOU - REGIONE ER AIG

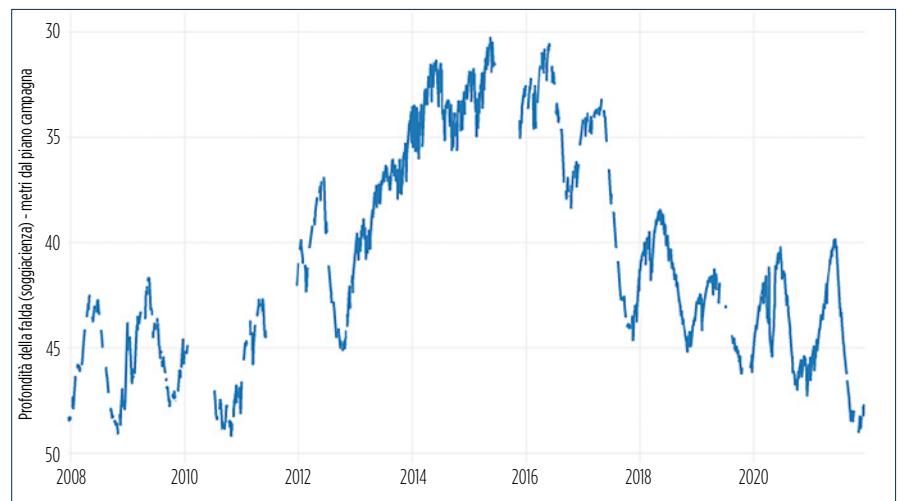


FIG.6 STAZIONE BOF8-00
Livello di falda a Bologna nella stazione BOF8-00 (Conoide Reno-Lavino confinato superiore) (2007-2021).

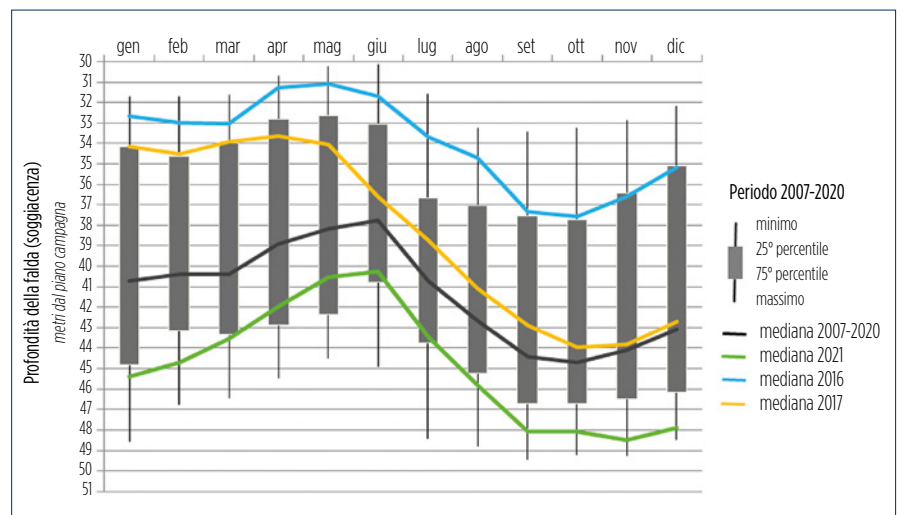


FIG.7 CONOIDE RENO-LAVINO
Elaborazione del livello di falda nella stazione di Bologna BOF8-00 (Conoide Reno-Lavino confinato superiore) (2007-2021).