

Nota Tecnica - Technical Note

not peer reviewed

Governo delle acque: futuro e sostenibilità - acque sotterranee

Paolo Cerutti - Co-Editor in Chief Acque Sotterranee - Italian Journal of Groundwater - editors@acquesotterranee.com; paolo.cerutti@ecotecrpa.it

Giovanni Pietro Beretta - Dipartimento di Scienze della Terra Università degli Studi di Milano - giovanni.beretta@unimi.it

Nicola De Zorzi - Sinergo Studio Associato di Geologia, Vicenza - ndezorzi@sinergo.it

Rudy Rossetto - Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa - rudy.rossetto@santannapisa.it

Introduzione

Si è svolto a Palermo, dal 23 al 25 maggio scorso, il Congresso dei Geologi Italiani, organizzato dal Consiglio Nazionale dei Geologi.

Il Congresso ha toccato diversi temi, intorno ai quali si sono sviluppati, oltre ad altre iniziative, anche 6 tavoli tematici.

In questa sede, per ovvie ragioni di affinità tra i temi più propri di questa rivista e il tema generale delle risorse idriche ed in particolare di quelle sotterranee, si riporteranno alcuni dei contenuti dei sottotemi sviluppati nel corso del Congresso al Tavolo tematico n° 3, dedicato al macrotema “Governo delle acque: futuro e sostenibilità”.

Tra i sottotemi, quelli che nella fattispecie vengono trattati nel seguito riguarderanno in particolare:

1. il monitoraggio quali-quantitativo, PFAS e inquinanti emergenti associati, procedimenti di bonifica;
2. le Aree di Salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;
3. la Ricarica Controllata degli Acquiferi.

Ciascuno dei tre sottotemi è stato trattato, e viene di seguito illustrato, seguendo uno schema comune, orientato all'analisi del quadro legislativo e normativo, più che degli aspetti scientifici o tecnologici, schema che comprende rispettivamente:

- una breve descrizione del contesto, o stato di fatto, attuale,
- una prima individuazione di criticità legislative e normative,
- alcune proposte conclusive, inerenti priorità e prospettive.

Monitoraggio quali-quantitativo, PFAS e inquinanti emergenti associati, procedimenti di bonifica

(Cerutti Paolo, De Zorzi Nicola, Beretta Giovanni Pietro)

Contesto / stato di fatto

Premessa: le lezioni apprese dagli inquinanti emergenti nelle acque sotterranee (PFAS)

Alcune nuove sostanze di produzione antropica che si ritrovano poi anche nelle matrici ambientali sono definite inquinanti emergenti. È il caso dei PFAS nelle acque sotterranee, individuati per la prima volta in Veneto oltre 10 anni fa e successivamente anche in altre zone d'Italia, caso che potrebbe costituire un esempio emblematico. Le sostanze per- e poli-fluoro-alchiliche PFAS vengono prodotte e utilizzate in una varietà di settori in tutto il mondo a partire dagli anni '40 del secolo scorso e ancora oggi. I PFAS vengono sintetizzati per gli usi più diversi, che vanno dalle schiume

antincendio, ai rivestimenti per indumenti e mobili, alle sostanze a contatto con gli alimenti; molti PFAS vengono utilizzati anche in processi e applicazioni industriali, come nella produzione di altri prodotti chimici e prodotti. Nel 1938 i PFAS vengono scoperti casualmente e poi usati, mentre solo nel 1976 i PFOA vengono identificati in campioni di sangue umano e nel 1984 nell'acqua potabile; dopo il 2000 sono state introdotte norme di riferimento a livello mondiale. I PFAS sono un gruppo molto ampio di sostanze, tra cui i composti più noti sono l'acido perfluorooctanoico (PFOA) e l'acido perfluorooctansolfonico (PFOS). In Italia, dopo i valori limite proposti da ISS e Regione Veneto, è stato stabilito un valore limite di 0,50 µg/L (PFAS totali) e 0,10 µg/L (sottoinsieme di alcuni PFAS) nell'acqua potabile nella normativa nazionale di attuazione della Direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo e del Consiglio.

Il dato scientifico

In tutto il mondo vengono chiamati “PFASs” le Per/Poly-Fluoro-Alchilic-Substances, sostanze fluorate – ramificate, basate su uno dei più forti legami chimici presenti nella chimica organica, quella del carbonio-fluoro, al quale è attaccato un gruppo funzionale all'estremità. Si tratta di sostanze create in laboratorio, che cioè non esistono in natura. Ne sono state identificate alcune migliaia, il numero esatto è ignoto perché se ne stanno scoprendo continuamente. A parità di formula bruta, i PFASs possono avere più isomeri (stessa formula chimica, ma forma diversa) con caratteristiche completamente differenti, passando ad esempio dall'essere idrofobici ad idrofilici o da lipofobici a lipofilici. Sono tra gli elementi meno reattivi esistenti, molto resistenti (*foreverchemicals*), per cui diffusi per questa loro caratteristica. Il principio base di applicazione della conoscenza del loro impatto ambientale è basato sul dato scientifico misurabile e verificabile. Le sostanze PFASs costituiscono una famiglia di sostanze chimiche ubiquitarie e persistenti. Con ubiquitarie si intende che la loro presenza è stata rilevata ovunque, anche in tutti gli animali viventi in aree incontaminate direttamente dall'uomo, come le calotte glaciali; con persistenti che la loro distruzione è molto complessa soprattutto se presenti all'interno di un sistema naturale. Solo da qualche decennio le sostanze PFASs vengono ricercate nelle matrici ambientali e sin dalle prime ricerche in Italia è persa evidente la loro enorme diffusione, che in alcune aree ha investito una altrettanto evidente rilevanza sanitaria, con ad esempio anche moltissime opere di presa idropotabili risultate contaminate.

Copyright: © 2024 by the authors.

License Associazione Acque Sotterranee.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Come è iniziato lo screening ambientale, un fenomeno recente

Nel 1999 l'Unione Europea ha adottato una Strategia comunitaria in materia di sostanze che alterano il sistema endocrino [COM(1999) 706] e sono stati avviati alcuni studi a scala europea, inclusa l'Italia.

Il contesto nazionale

Nel 2006, il Rapporto del Comitato nazionale per la bio-sicurezza e le biotecnologie (CNBB) su "Sorveglianza dell'esposizione ad interferenti endocrini" (2006) aveva evidenziato la presenza di alcune sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) tra i probabili interferenti endocrini. Tra tutti i fiumi europei analizzati il fiume Po era quello con presenza maggiore di PFOA, di un valore di un ordine di grandezza superiore al secondo fiume classificato. Nel 2011 è stata attivata la convenzione tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Istituto di Ricerca sulle Acque – CNR per la realizzazione di uno studio di valutazione del Rischio Ambientale e Sanitario associato alla contaminazione da sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS) nel Bacino del Po e nei principali bacini fluviali italiani il quale ha identificato un'enorme diffusione dei PFASs in pianura padana. Nel 2013, i risultati del progetto IRSA-CNR, Polesello dal titolo "Distribuzione dei PFAS nelle acque italiane". Le indagini evidenziano un inquinamento diffuso di sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS), a concentrazione elevatissime in campioni di acqua destinata al consumo umano in più di 30 comuni nella Provincia di Vicenza e nelle zone limitrofe delle province di Padova e Verona. Da qui (2013) sono stati poi avviati degli studi scientifici di dettaglio che hanno fatto da precursore in Veneto per tutte le altre regioni. Le sostanze ricercate dal Dipartimento Regionale Laboratori di ARPAVda allora sono state le seguenti: PFOA, PFOS, PFBA, PFBS, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFHxS, PFNA, PFDeA, PFUnA, PFDoA, PFHpS. Dal 2018 si sono ricercate anche HFPO-DA e C6O4.

Non solo una questione di numeri

Alla scoperta dei PFASs nelle acque sotterranee italiane, ad iniziare dal Veneto, non si è poi trovato un riscontro nel D.Lgs. 152/06 s.m.i. (che identifica le CSC di legge, che non prevedeva i PFASs). Si è verificato quindi che per i PFASs non avevano limiti nella tabella di riferimento creando l'impossibilità di poter arginare il problema. Solo dal 2015 è comparsa una sola CSC, per un singolo analita: il PFOA (0.5 µg/L), ma derivante da un parere ISS (n°23954 del 23.06.2015 – 18668 denominato valori CSC Bonifiche suoli e acque sotterranee - PFAS). La questione è quindi stata affrontata al suo origine dal punto di vista metodologico e sanitario dall'Italia prima, e dall'Europa poi. Dal punto di vista della potabilità sono stati definiti solo dei livelli di potabilità (obiettivo) dei PFAS per l'acqua destinata al consumo umano stabiliti da ISS. In Italia attualmente vi sono ad oggi 3 limiti: i PFOS, i PFOA ed altri PFAS (solo altri 10) lasciando fuori norma altre migliaia di altri PFASs. Nel 2023 il PFOA, l'acido perfluoroottanoico, è stato inserito nel Gruppo 1 delle sostanze che possono causare tumori (cancerogeno). Lo rivela un recente studio sui PFAS

condotto dallo IARC, l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, mentre il PFOS è stato identificato come possibile cancerogeno per l'uomo (Gruppo 2B).

Un approccio metodologico normativo differente

In Italia le normative per le acque potabili e per le acque sotterranee restituiscono limiti differenti per medesimi analiti. Le acque sotterranee hanno limiti più stringenti perché l'intento del legislatore è quello di preservare "la purezza" delle acque, che devono rimanere incontaminate o tendere al miglioramento del loro stato ambientale tramite una valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee (principio che va oltre le CSC). Le acque potabili invece includono il principio di "esposizione", considerando un utilizzo possibile di acque aventi anche una nota quantità di "elementi", ma al di sotto di una certa soglia, che può anche essere sopra le CSC, che comunque la rende potabile.

Criticità legislative e normative

Il decreto 6 luglio 2016 del MATTM indica i valori di soglia modificato l'Allegato 1 alla Parte Terza del D. Lgs. n. 152/2006 inserendo la Tabella 3: valori soglia per la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee, che include i cinque PFAS che seguono:

- Acido perfluoropentanoico (PFPeA) [3 µg/L]
- Acido perfluoroesanoico (PFHxA) [1 µg/L]
- Acido perfluorobutansolfonico (PFBS) [3 µg/L]
- Acido perfluoroottanoico (PFOA) [0,5 µg/L] (cancerogeno)
- Acido perfluoroottansolfonico (PFOS) [0,03 µg/L]

Il superamento di questi valori è indicativo del rischio di compromissione del buono stato chimico delle acque sotterranee di cui all'art. 4, comma 2, lettera c, punti 1, 2 e 3 del D. Lgs. 16 marzo 2009, n. 30.

Per le acque potabili invece il Ministero della Salute, nota prot n° 2565-P-DGPRE ed acquisito il parere dell'ISS di cui alla nota prot. N° 1584 del 16.01.2014, definisce i seguenti limiti di potabilità:

- PFOS 0.03 µg/L
- PFOA 0.5 µg/L
- Altri PFAS 0.5 µg/L

Parere ISS n.13637-02/05/2019 valori limite per le acque:

- 0.5 µg/L GenX e C₆O₄ ricompresi nella somma di altri PFAS
- 0.1 µg/L singolo parametro PFAS
- 0.065 µg/L PFOS
- 0.030 µg/L PFOA

DGRV Regione Veneto

Con la deliberazione della Giunta Regionale n. 1590 del 03 ottobre 2017, la Regione Veneto, precursore sul tema avendo in regione il primo grande caso nazionale di contaminazione PFASs, ha ristretto i limiti di *performance* ambientale nelle acque sotterranee: "Per l'acqua destinata al consumo umano, ivi compresa l'acqua atinta da captazioni autonome, per l'ambito territoriale regionale, dall'adozione del presente atto e fino a diverse e

nuove indicazioni da parte delle autorità nazionali e sovranazionali competenti, i valori di performance indicati per “PFOA + PFOS” sono ≤ 90 ng/L, di cui il PFOS non superiore a 30 ng/L. Si rappresenta che tali valori sono inferiori al valore più basso stabilito dalla Germania per mezzo della Trinkwasserkommission. Per quanto riguarda i valori della somma degli “altri PFAS”, essi sono indicati in un massimo di 300 ng/L. Conseguentemente all'applicazione dei valori citati per il periodo indicato, agli esiti del monitoraggio relativo, si procederà in ogni caso alla valutazione dei valori mantenendo l'obiettivo tendenziale della virtuale assenza delle sostanze citate. Successivamente, con riferimento al monitoraggio delle acque destinate al consumo umano, con riferimento alla presenza di sostanze perfluoroalchiliche, verrà stilato un documento tecnico, contenente la “Procedura di gestione dei superamenti”, ai sensi dell'articolo 8 comma 3 del D.Lgs. n. 31 del 2001. Le Aziende ULSS assicurano, in ogni caso, anche per le sostanze perfluoroalchiliche, ai sensi del D. Lgs. n.31/2001, secondo quanto previsto dall'articolo 8, la realizzazione dei programmi di monitoraggio attraverso idonei controlli, delle sostanze per le quali non sono stati fissati valori di parametro a norma dell'allegato I, qualora vi sia motivo di sospettare la presenza in quantità o concentrazioni tali da rappresentare un potenziale pericolo per la salute umana. La ricerca dei parametri supplementari è effettuata con metodiche predisposte dall'Istituto superiore di sanità. Resta confermato quanto previsto dalla D.G.R. n. 854 del 13.06.2017 per l'acqua destinata ad usi zootecnici con riferimento ai valori di cui al parere del Ministero della salute del 29.01.2014, prot. n. 2565: livelli di performance (obiettivo) per il PFOA ≤ 500 ng/L; PFOS ≤ 30 ng/L ; altri PFAS (somma delle rimanenti 10 sostanze PFAS) ≤ 500 ng/L. Dato atto dell'informativa alla Giunta Regionale di cui alla D.G.R. n.35/INF del 25 settembre 2017 avente ad oggetto “Inquinamento da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nella Regione Veneto. Fissazione limiti di performance sul territorio della Regione Veneto”.

Priorità, prospettive, proposte

Integrazione delle CSC per i PFASs

La profonda discrepanza attuale fra le normative per le acque sotterranee e per la potabilità e la carenza numerica dei PFASs normati crea delle differenziazioni e delle limitazioni scientificamente incomprensibili e non coerenti con l'intento costituzionale di preservazione ambientale e distribuzione della risorsa idrica idropotabile. Si ritiene poi che la possibilità che ogni Regione possa richiedere ad ISS o Ministero limiti specifici di performance o valori di riferimento diversi, che poi risultano incoerenti da Regione a Regione, sia priva di scientificità e necessiti una linea nazionale comune. Si ritiene utile poter integrare nelle CSC Tabella 2 del D.Lgs. 152/06 s.m.i. almeno tutte le sostanze già oggetto di parere da parte dell'ISS per i PFASs:

- Acido perfluoropentanoico (PFPeA) 3 $\mu\text{g/L}$
- Acido perfluoroesanoico (PFHxA) 1 $\mu\text{g/L}$
- Acido perfluorobutansolfonico (PFBS) 3 $\mu\text{g/L}$
- Acido perfluorooctanoico (PFOA) 0,03 $\mu\text{g/L}$
- Acido perfluorooctansolfonico (PFOS) 0,03 $\mu\text{g/L}$
- GenX+ C6O40.5 $\mu\text{g/L}$
- Altri PFAS 0.5 $\mu\text{g/L}$

Un esempio dagli Stati Uniti

Dando un esempio di chi a livello mondiale al momento è più avanzato dal punto di vista della ricerca scientifica su questo tema, nel gennaio 2024 a seguito di uno studio pubblicato su Lancet, nel Volume 25, la EPA - United States Environmental Protection Agency (il 10 aprile 2024 <https://www.epa.gov/sdwa/and-polyfluoroalkyl-substances-pfas>) ha emesso il regolamento finale per l'acqua contaminata da PFASs, facendo un grande passo in avanti nella tutela delle acque, imponendo limiti molto restrittivo. Si suggerisce quindi al legislatore di accelerare e di valutare di inserire tra i limiti degli scarichi industriali (ai sensi degli articoli 75 e 101 del D.Lgs. 152/06) i PFASs, modificando le tabelle 3 e 4 dell'Allegato 5 alla parte terza del D. Lgs. 152/06.

Una questione che riguarda più matrici ambientali

Inoltre in senso più generale, si rimarca la necessità più generale di aggiungere i valori di CSC per i PFASs in entrambe le tabelle 1 e 2 dell'Allegato 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs. 152/06, per adeguare la protezione ambientale che fino a qualche anno fa non era stata neppure considerata.

Per i siti in bonifica

Relativamente invece ai procedimenti di bonifica, si auspica l'inserimento sistematico dei PFASs (ove presenti anche sottosoglia) nell'elaborazione dell'analisi di rischio sito specifica (AdRss) finalizzata al calcolo delle CSR, in particolare per la matrice falda, mantenendo in ogni caso conformità alle CSC per i punti di POC a valle idrogeologica dei siti contaminati, principio già ampiamente descritto nel D. Lgs. 152/06 s.m.i.

Prospettive per i geologi

Dal punto di vista tecnico-scientifico, dall'esperienza acquisita si possono ricavare anche alcune indicazioni inerenti le prospettive per le attività dell'idrogeologo:

1. è richiesta un'elevata efficienza nelle indagini di monitoraggio e nelle prestazioni degli strumenti analitici (precisioni fino al limite di quantificazione di 3,3 ng/L sono possibili con gli spettrometri di massa a quadrupolo);
2. il forte legame C-F nelle molecole determina la persistenza del composto e la sua resistenza alla degradazione e attualmente non sono noti microrganismi in grado di biodegradare i composti;
3. all'interno del gran numero di composti (oltre 4000) ci sono gruppi poco mobili ($K_{oc} < 10^4$ L/kg) ed altri mobili ($K_{oc} 100-10^2$ L/kg);
4. le modifiche nel frattempo introdotte alle molecole originali, con l'inserimento di ossigeno (GenX o HFPO-DA), hanno reso i composti più mobili nelle acque sotterranee;
5. per questi motivi la bonifica delle fonti inquinanti identificate è attualmente fattibile con metodi innovativi (distruzione delle molecole o adsorbimento anche con nano-particelle);

6. metodi tradizionali di bonifica (ad esempio barriera idraulica) possono essere adottati per il pennacchio che può estendersi anche per km a valle;
7. i tradizionali metodi di trattamento, come ad esempio l'adsorbimento su carbone attivo, lo scambio ionico, l'osmosi inversa e la nano-filtrazione, non sono sempre efficaci nel rimuovere completamente i PFAS dalle acque ed è atteso lo sviluppo di tecnologie di trattamento più efficienti per mitigare la contaminazione in corso e garantire la qualità delle acque;
8. ingenti costi di investimento e di gestione dovranno essere investiti per molti anni per la bonifica dei siti e per ripristinare la qualità del suolo e dell'acqua, minimizzando anche le emissioni di gas serra durante i lavori.

Un'ultima e complessiva lezione è costituita dal punto di vista sociale, in cui la creazione e l'utilizzo di nuove sostanze che sembrano facilitare gli stili di vita e il benessere devono essere sottoposti preventivamente a un attento studio dell'impatto che possono avere su ambiente e salute umana.

Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (Cerutti Paolo, Materazzi Marco, Beretta Giovanni Pietro)

Contesto / stato di fatto

I principali provvedimenti legislativi relativi alla salvaguardia delle captazioni idropotabili sono stati definiti a partire dal D.P.R. 24 maggio 1988, n. 236 "Attuazione della direttiva CEE numero 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987, n. 183", che rappresenta l'attuazione della direttiva CEE n° 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano. Tale decreto ha introdotto per la prima volta in Italia il concetto di Aree di Salvaguardia e la ripartizione delle stesse in tre zone (Zona di Tutela Assoluta - ZTA, Zona di Rispetto - ZdR e Zona di Protezione - ZdP).

In seguito la Legge 5 gennaio 1994, n.36 "Disposizioni in materia di risorse idriche" (Legge Galli) ha contribuito introducendo diversi principi innovativi in materia di gestione e tutela delle risorse idriche: fondamentale, in primo luogo, è stata l'introduzione del concetto di Servizio idrico integrato, realizzato materialmente con l'istituzione delle Autorità di Ambito Territoriale Ottimale (AATO). L'art. 24 della Legge, in particolare, indica i criteri generali di gestione delle aree di salvaguardia delle captazioni.

Di natura essenzialmente più tecnica il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 4 marzo 1996 "Disposizioni in materia di risorse idriche" (S.O. n.47, G.U., s.g. n.64 del 4 marzo 1996), il quale fornisce una sorta di linee guida o norme tecniche per l'attuazione delle leggi e dei decreti vigenti in materia.

Il D. Lgs n. 152 dell'11 maggio 1999 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole" (Gazzetta Ufficiale n° 177 del 30/7/99 - Suppl.

Ord. n° 146) e il successivo Decreto Legislativo 18 agosto 2000, n. 258 "Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128" non hanno apportato modifiche sostanziali alla disciplina preesistente, pur rappresentando un vero e proprio punto cardine nell'evoluzione normativa, raccogliendo in un testo unico tutte le disposizioni vigenti in materia di gestione e tutela delle risorse idriche. Da attribuire al D.Lgs. 152/99 l'introduzione del concetto di Zona di rispetto ristretta (ZRR) e allargata (ZRA) e l'integrazione di alcuni vincoli d'uso per la ZdR, vincoli peraltro già definiti dal DPR 236/88.

Di fondamentale importanza, in materia di Aree di Salvaguardia, è l'Accordo del 12 dicembre 2002 nell'ambito della "Conferenza permanente per i rapporti fra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano", concernente le "Linee guida per la tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art. 21 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152". Esso definisce i criteri generali, gli elementi tecnici e le modalità operative per la delimitazione delle varie ZTA, ZRR, ZRA e ZdP dei pozzi (e campi pozzi) e delle sorgenti, per quanto riguarda le risorse idriche sotterranee, nonché dei corsi d'acqua e dei bacini (naturali e artificiali), per quanto riguarda le risorse idriche superficiali.

Ultimo in ordine cronologico il D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" (Gazzetta Ufficiale 14 aprile 2006, n. 88, S.O.), in particolare con l'Art. 94 (disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano), recepisce quasi integralmente le disposizioni di cui ai provvedimenti precedenti. Il comma 1 dell'articolo attribuisce, di fatto, alle Regioni il compito di individuare le aree di salvaguardia.

Nuove disposizioni su aspetti direttamente collegati con la definizione/delimitazione delle AdS, sono anche quelle contenute nel Decreto Legislativo 23 febbraio 2023 n. 18, che riguarda la "Attuazione della Direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano". In particolare, all'Art.6 vengono richiamati gli "obblighi generali per l'approccio alla sicurezza dell'acqua basato sul rischio"; tale approccio prevede, tra gli altri, la valutazione e gestione del rischio legato alla definizione dei "centri di pericolo", delle "aree di alimentazione" delle captazioni idriche e dei "sistemi di fornitura idropotabili".

Criticità legislative e normative (di carattere generale)

Metodi per la delimitazione delle Zone

- a. è priva di fondamento scientifico la scelta dei 200 m di raggio, applicata a qualunque contesto idrogeologico ed urbanistico, per la ZdR con il metodo geometrico;
- b. è rivedibile la scelta dei 60-180-360 gg. come soglie per l'applicazione del criterio temporale;
- c. manca un soggetto che identifichi, classifichi e aggiorni i centri di pericolo (Regioni? Distretti idrografici?);

d. è critica la applicazione dei metodi attuali al caso di piccole derivazioni (es.: <10 L/s); sarebbe opportuna una procedura speditiva in sostituzione del semplice criterio geometrico.

Applicabilità delle restrizioni

- nella delimitazione della ZTA cosa succede se nel perimetro dei 10 m è presente un'infrastruttura o un centro di pericolo? Si tratta di un limite cartografico o fisico?;
- non esistono vincoli definiti all'interno della ZdP, si parla di sub-zone, ma in modo indefinito;
- se ci sono centri di pericolo/infrastrutture all'interno di una ZdR si parla di allontanamento o messa in sicurezza. Cosa si intende per messa in sicurezza? Quali sono i tempi? A quali requisiti deve rispondere?;
- chi ha competenza nel far rispettare la norma? Regione? Distretto?.

Relazioni con i PSA

- che rapporto esiste fra le ZdP del D.Lgs. 152/2006 e le aree di alimentazione del D.Lgs. 18/2023 in cui va effettuata la valutazione del rischio?
- e le Zone di Approvvigionamento? (per ZdA s'intende: "una zona geograficamente definita all'interno della quale le acque destinate al consumo umano provengono da una o varie fonti e la loro qualità può essere considerata sostanzialmente uniforme." (D.Lgs.31/01) - La definizione di Zona di approvvigionamento ai sensi del Dlgs.31/2001 si sovrapponga a quella di Acquedotto data dalla Circolare RER 2/1999: Complesso delle infrastrutture e degli impianti di attingimento, trattamento e trasporto connessi ad un impianto/rete di distribuzione deputato alla fornitura di acqua potabile avente le medesime caratteristiche fisico-chimiche. Per il Gestore SII, un Acquedotto è un sistema idrico interconnesso a prescindere dalla (sostanziale) uniformità della qualità dell'acqua da esso veicolata. All'interno di ciascun Acquedotto si possono dunque delimitare diverse Zone di approvvigionamento (altrimenti dette Zone di fornitura). L'unità fisica di analisi di un PSA è ragionevolmente riconducibile alla singola Zona di approvvigionamento.
- quali implicazioni ci sono nella redazione del Piano di Sicurezza delle Acque (PSA) previsto dal D.Lgs. 18/2023?

Priorità, prospettive, proposte

Innanzitutto, si richiamano gli articoli dell'attuale normativa (D.Lgs, 152/2006) che riguardano direttamente le aree di salvaguardia:

- articolo 92 - zone vulnerabili da nitrati di origine agricola,
- articolo 93 - zone vulnerabili da prodotti fitosanitari e zone vulnerabili alla desertificazione;
- articolo 94 - disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano;
- articolo 119 - principio del recupero dei costi relativi ai servizi idrici;

- articolo 134 - sanzioni in materia di aree di salvaguardia;
- articolo 154 - tariffa del servizio idrico.

Insieme a questa normativa andrebbero citate le normative che le diverse regioni hanno predisposto, come ad esempio in Abruzzo, Lombardia, Piemonte, Umbria, etc. che hanno regolamentato soprattutto gli aspetti specifici come quelli che sono indicati nell'art. 94 comma 5. Si ritiene comunque che, come indicato genericamente nel D. Lgs. si debba anche considerare il D.M. 24 febbraio 2015, n. 39. che riguarda il "Regolamento recante i criteri per la definizione del costo ambientale e del costo della risorsa per i vari settori d'impiego dell'acqua", la cui importanza viene di seguito considerata. Sono diversi gli aspetti che sono da considerare nel miglioramento e aggiornamento della problematica che saranno di seguito considerati in modo sintetico. Inizialmente si precisa che un concetto fondamentale, considerando soprattutto le attuali situazioni acuedottistiche che interessano le aree urbane, è quello dell'integrazione della protezione statica e della protezione dinamica; questa seconda può infatti garantire la tutela in presenza di situazioni in cui nelle aree di salvaguardia esistono centri di pericolo virtuali e/o reali.

In generale alcune azioni prioritarie di riordino legislativo dovrebbero riguardare:

- il principio di sussidiarietà fra Distretti e Regioni per l'applicazione della normativa sulle AdS,
- la implementazione e/o omogeneizzazione delle Linee guida per la delimitazione delle AdS,
- la revisione/integrazione delle norme sui PSA (o eventuale pubblicazione di Linee Guida),
- la ricognizione della legislazione e l'uniformazione delle norme di livello regionale.

Relativamente a quant'altro fin qui descritto in termini di contesto e criticità, sono riportate alcune osservazioni che interessano principalmente le zone di rispetto.

Criteri di delimitazione

I criteri che si devono adottare sono presenti nella letteratura internazionale e rivestono gradi differenti di approccio tecnico. Il primo (geometrico) doveva essere un avviso agli Amministratori dell'esistenza di un'esigenza di tutela delle acque sotterranee in modo tale da realizzare studi che potessero anche escludere aree inutili come quelle a valle delle captazioni nel raggio di 200 m. Questa sottolineatura non è stata pienamente accolta, anche dai geologi che hanno effettuato studi sui Piani Regolatori Generali (PGT dei Comuni in Lombardia) che hanno semplicemente applicato il criterio geometrico. Questo criterio è comunque da conservare per le situazioni difficili dal punto di vista geologico e idrogeologico, nonché nelle aree in cui sono captati acquiferi protetti (vedi definizione delle zone vulnerabili), dove la zona di rispetto può essere limitata a quella di tutela assoluta.

Approccio al criterio temporale

L'approccio temporale realizza la complementarità della protezione statica con quella dinamica, in quanto il tempo

è un fattore di intervento dopo che è stato verificato un problema alla qualità delle acque. Si avrà quindi un tempo di intervento stabilito dagli studi e quindi di garanzia per la continuità dell'approvvigionamento idrico pubblico. Tale approccio è sviluppato sia da software commerciali che da quelli in libero uso.

Strutture idrogeologiche

La metodologia di delimitazione è sviluppata nelle zone di pianure alluvionali in cui si hanno captazioni da pozzi, mentre risulta di maggiore complessità per quanto attiene alle aree montane dove si hanno acquiferi fessurati e carsici. Peraltro, in queste aree si hanno pochi dati, maggiormente geologici e in minor misura idrogeologici (portate e chimismo). Le metodologie di delimitazione sono state sviluppate in Italia dagli studiosi e tecnici del Piemonte; sono stati inoltre oggetto di definizione anche per la Lombardia (dati non pubblicati ma derivati da uno studio con il Dipartimento di Scienze della Terra) per poter procedere ad una normativa regionale. Sarebbe quindi possibile migliorare questa definizione delle aree di salvaguardia negli acquiferi in roccia, considerando anche l'estensione dei complessi idrogeologici.

Zone di protezione

Le zone di protezione sono state in parte considerate a livello dei piani di tutela delle Regioni, talora coincidenti con le zone di ricarica. Si tratta in effetti di un problema da approfondire, ma che viene a valle della conoscenza territoriale da conseguire con idonee cartografie idrogeologiche e valutazioni del bilancio idrico, supportati da misure, analisi e modellazione numerica dei bilanci idrici. A questo proposito anche i bacini di ricarica delle acque sotterranee, che dovrebbero avere una maggiore diffusione in futuro, dovrebbero avere una forma di protezione territoriale che potrebbe essere costituita dalla zona di protezione.

Centri di pericolo

Per quanto attiene alla presenza di centri di pericolo è possibile agire in fasi differenti: a) riconoscimento della presenza e attività che possono influenzare l'aspetto qualitativo, b) potenziamento del monitoraggio (ubicazione punti e frequenza), c) individuazione delle debolezze (es. sistema fognario) e intervento programmato come prioritario nella ristrutturazione del ciclo delle acque, fondi pubblici acquisibili con politica tariffaria (come previsto dalla norma), e) eventuali spostamento attività o insediamento nella ristrutturazione territoriale.

Impatto socio-economico

Una parte dell'impatto della presenza di aree di salvaguardia è costituito dalle limitazioni d'uso che si impongono, sia statiche (es. impossibilità di altre captazioni private, fognature con doppie tubazioni di collettamento), sia dinamiche (es. coltivazioni non consentite, spandimenti). Si ritiene importante che le ricadute su singoli soggetti dei divieti siano assorbibili (almeno economicamente) nella

tariffazione, facendo ricadere sulla collettività i relativi costi. Si ritiene da sottolineare la procedura della Provincia Autonoma dell'Alto Adige, anche se altre normative hanno accennato a questa possibilità prevista dall'art. 154 del D. Lgs. 152/2006, ma anche può essere derivato dai "costi ambientali della risorsa" come previsti dal D.M. 39/2015. Anche nella sua ultima previsione ARERA (Metodo Tariffario Idrico 2024-2029, MTI – 4 Schemi regolatori) considera gli aspetti finanziari della protezione delle acque captate (pag. 56).

Ulteriori indicazioni

La protezione delle acque sotterranee deve integrarsi con quella delle acque sotterranee. Un aspetto importante è la captazione delle acque superficiali (laghi naturali o artificiali, fiumi), in quanto ad elevata vulnerabilità. Questa esigenza deve essere approfondita in quanto non si hanno indicazioni precise dalla tecnica e dalla normativa, sempre ai fini della protezione della risorsa.

Ricarica controllata degli acquiferi

(Cerutti Paolo, Rossetto Rudy)

Contesto / stato di fatto

La ricarica artificiale/in condizioni controllate di un acquifero è un processo intenzionale mirato ad incrementarne l'immagazzinamento mediante azioni che incrementino il tasso di ricarica naturale, garantendo una adeguata protezione della risorsa, dell'ambiente, della salute umana. La ricarica controllata è permessa in Italia dal settembre 2013, misura supplementare nei Piani di Tutela delle Acque; il D.Lgs. 152/2006 (art 104 Scarichi nel sottosuolo e nelle acque sotterranee comma 4bis) specifica che, fermo restando il divieto di cui al comma 1, l'autorità competente, al fine del raggiungimento dell'obiettivo di qualità dei corpi idrici sotterranei, può autorizzare il ravvenamento o l'accrescimento artificiale dei corpi sotterranei, nel rispetto dei criteri stabiliti con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. L'acqua impiegata può essere di provenienza superficiale o sotterranea, a condizione che l'impiego della fonte non comprometta la realizzazione degli obiettivi ambientali fissati per la fonte o per il corpo idrico sotterraneo oggetto di ravvenamento o accrescimento.

La ricarica controllata dei corpi idrici sotterranei - Focus D.M. 100/2016

(<https://www.mase.gov.it/pagina/la-direttiva-sulla-protezione-delle-acque-sotterranee-dall'inquinamento-e-dal-depauperamento>)

Il decreto Ministeriale 2 maggio 2016, n. 100 è stato predisposto in attuazione dell'articolo 104 comma 4bis del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152; a sua volta trasposizione dell'articolo 11, comma 3, lettera f) della Direttiva quadro acque 2000/60/CE. Le disposizioni in esso contemplate riguardano i criteri per il rilascio dell'autorizzazione per gli interventi di ricarica controllata dei corpi idrici sotterranei finalizzati al perseguimento degli obiettivi di qualità ambientale di cui agli artt. 76 e 77 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152. Più in particolare, i contenuti di maggiore rilievo del decreto riguardano:

- *la possibilità di ricaricare i corpi idrici sotterranei in stato non buono o buono con tendenza all'aumento della concentrazione degli inquinanti o con particolari criticità dal punto di vista quantitativo, con acque provenienti da corpi idrici superficiali e sotterranei in buono stato;*
- *la previsione di specifiche disposizioni per il monitoraggio degli interventi di ravvenamento o l'accrescimento artificiale dei corpi sotterranei utilizzati a scopo idropotabile;*
- *i criteri per l'elaborazione degli elenchi dei corpi idrici sotterranei riceventi e dei corpi idrici donatori;*
- *le condizioni necessarie per l'esecuzione dell'intervento, le caratteristiche dei corpi idrici "donatori" superficiali e sotterranei da cui vengono prelevate le acque per la ricarica;*
- *i criteri per il rilascio, da parte delle autorità competenti (regioni e province autonome), dell'autorizzazione all'intervento di ravvenamento o accrescimento artificiale dei corpi idrici sotterranei, che deve avvenire dietro presentazione di un progetto preliminare e del progetto definitivo, di cui si definisce il contenuto minimo;*
- *i contenuti minimi del provvedimento di autorizzazione, con particolare riferimento alle modalità tecniche di esecuzione dell'intervento e alle attività di monitoraggio ante e post operam, nonché le disposizioni specifiche riguardanti gli interventi di ravvenamento/accrescimento artificiale dei corpi idrici utilizzati a scopo idropotabile;*
- *la definizione dei criteri tecnici per l'impostazione dei monitoraggi.*

Inoltre, l'allegato tecnico definisce, ulteriori criteri tecnici che devono essere soddisfatti nell'ambito dell'autorizzazione, tra cui l'obbligo di comunicazione alle aziende Unità Sanitarie Locali territorialmente competenti delle informazioni relative al monitoraggio e all'analisi di rischio, nonché alla contaminazione chimica e microbiologica, nel caso in cui gli interventi siano effettuati sui corpi idrici utilizzati per approvvigionamento idropotabile. Infine, si ricorda che i risultati del monitoraggio e classificazione dei corpi idrici sotterranei sono riportati nei Piani di Gestione delle acque redatti ogni 6 anni dalle Autorità di Distretto nazionali (articolo 13 della direttiva quadro acque 2000/60/CE).

Successivamente la ricarica degli acquiferi è stata oggetto di norme, piani, programmi e progetti ulteriori.

Criticità legislative e normative (di carattere generale)

Criticità: sono diverse (non sono esplicitate in questa sede per esigenze di sintesi) in funzione delle diverse finalità dei singoli interventi qui esemplificati, es.:

- stoccaggio per un successivo riutilizzo in periodi di criticità;
- contrasto dell'abbassamento creato da sovra-sfruttamento;
- contrasto di fenomeni di subsidenza o di intrusione salina;
- recupero di ecosistemi dipendenti dalle acque sotterranee;
- recupero di acquiferi salinizzati (*groundwater displacement*).

Il rapporto costi/benefici di ogni intervento va valutato in funzione delle finalità e del contesto mediante specifiche analisi di fattibilità, che fornisca il costo di investimento

sostenibile in funzione della resa dell'intervento in progetto, essendo di fondamentale importanza definire quali possano essere gli strumenti finanziari di sostegno; ogni progetto deve definire tecniche e tecnologie da fornire e mettere in opera, ma anche e soprattutto in questo caso più che in altri un piano di monitoraggio, di manutenzione e di emergenza, anche nei termini già definiti dal D.M. 100/2026.

Relazioni con i PSA: che rapporto esiste (o esisteva: *nessun rapporto esiste apparentemente, è stata una scelta in sede di redazione del regolamento; gli impianti di ricarica possono essere messi in opera anche a fini ambientali*) tra Ricarica Controllata degli Acquiferi, Aree di salvaguardia del D.Lgs. 152/2006, redazione del Piano di Sicurezza delle Acque (PSA) e aree di alimentazione del D.Lgs. 18/2023 in cui va effettuata la valutazione del rischio, le "Zone di Approvvigionamento"? (per ZdA s'intende: "una zona geograficamente definita all'interno della quale le acque destinate al consumo umano provengono da una o varie fonti e la loro qualità può essere considerata sostanzialmente uniforme." (D.Lgs.31/01) - La definizione di Zona di approvvigionamento ai sensi del D. Lgs.31/2001 si sovrappone a quella di Acquedotto data dalla Circolare RER 2/1999: *Complesso delle infrastrutture e degli impianti di attingimento, trattamento e trasporto connessi ad un impianto/rete di distribuzione deputato alla fornitura di acqua potabile avente le medesime caratteristiche fisico-chimiche*. Per il Gestore SII, un Acquedotto è un sistema idrico interconnesso a prescindere dalla (sostanziale) uniformità della qualità dell'acqua da esso veicolata. All'interno di ciascun Acquedotto si possono dunque delimitare diverse Zone di approvvigionamento (altrimenti dette Zone di fornitura). L'unità fisica di analisi di un PSA è ragionevolmente riconducibile alla singola Zona di approvvigionamento.

Priorità, prospettive, proposte

Tema fondamentale è la "*capacity building*", la formazione; queste tecniche non vengono applicate perché non conosciute.

In alcuni anni di lavoro in Italia è tuttavia cresciuto l'interesse, ma sono ancora pochissimi gli studi professionali in grado di proporre e fare progettazione per queste opere.

In ogni caso in prospettiva è opportuno tenere conto nella giusta misura di ulteriori elementi:

1. mantenere equilibrio tra:
 - a. progetti di ricarica artificiale e costi per le relative opere ad hoc (es. bacini: in alcune condizioni le tecniche di ricarica sono al momento competitive in termini di costi di costruzione/produzione m³ acqua),
 - b. programmi di ricarica "gestita", che gestiscano cioè pratiche esistenti (v. impermeabilizzazione canali, irrigazione goccia a goccia, resa acque ad uso termico, escavazioni di inerti in falda o meno, piccoli bacini irrigui, vasche di laminazione, smaltimento acque reflue, controllo cuneo salino, ...), pur tenendo conto che il D.M. 100/2016 regola essenzialmente opere di geo-ingegneria;

2. prima individuazione di aree idonee:
 - a. sulla base di dati esistenti,
 - b. per quanto inerente la quantità
 - c. per quanto inerente la qualità
 - d. finalizzandola a piani di monitoraggio successivi,
 - e. prevedendo misure ad hoc anche relative alle sorgenti,
3. due ulteriori temi normativi importanti:
 - a. le regioni devono essere obbligate ad individuare le aree idonee ad ospitare impianti di ricarica (ad oggi possono non farlo),
 - b. la ricarica dovrebbe essere realizzabile anche nei corpi idrici sotterranei in stato buono, soprattutto se avente come obiettivo l'approvvigionamento idropotabile (pur senza dimenticare che la norma porta come dominante "il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale"),
 - c. in particolari contesti deve essere possibile la ricarica con reflui trattati ex- trattamento terziario (es. acquiferi salinizzati).