

LA QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN PROVINCIA DI REGGIO EMILIA



ARPAE

Sede di Reggio Emilia

La qualità delle acque sotterranee in provincia di Reggio Emilia

Report 2018-2019

A cura di:

Silvia Franceschini, Anna Martino

Unità specialistica di Sistemi Ambientali Acque
Area Prevenzione Ambientale Ovest
Sede di Reggio Emilia

Si ringraziano i colleghi dell'Unità acque e del Laboratorio Multisito che hanno contribuito alle attività di campionamento e analisi.

Sommario

| | |
|--|----|
| Premessa | 4 |
| Quadro di riferimento | 4 |
| Normativa | 4 |
| Corpi idrici sotterranei della provincia reggiana | 5 |
| Il monitoraggio delle acque sotterranee | 7 |
| Monitoraggio quantitativo | 7 |
| Monitoraggio chimico | 7 |
| La rete di monitoraggio nella provincia di Reggio Emilia | 12 |
| Risultati | 20 |
| Monitoraggio quantitativo: livelli e portate delle acque sotterranee 2018-2019 | 20 |
| Monitoraggio chimico delle acque sotterranee nel periodo 2018-2019 | 23 |
| Presenza di specie chimiche di origine naturale | 24 |
| Presenza di specie chimiche di origine antropica | 25 |
| Classificazione corpi idrici sotterranei | 33 |
| Stato quantitativo | 33 |
| Stato chimico | 36 |
| Bibliografia | 43 |

Premessa

Con il Decreto 152/2006 e successivi decreti attuativi, è stata recepita a livello nazionale la Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE che vuole promuovere e attuare una politica sostenibile a lungo termine di uso e protezione delle acque superficiali e sotterranee e degli ecosistemi loro correlati, per perseguire la salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità ambientale, oltre che l'uso accorto e razionale delle risorse naturali.

In adempimento alla Direttiva Quadro e alla successiva direttiva 2006/118/CE sulla Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento, recepita dal DLgs 30/2009, che ha modificato il Testo Unico ambientale (DLgs 152/2006), la Regione Emilia-Romagna ha attivato nuove reti e programmi di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee a partire dal 2010, con successive revisioni. La rete di riferimento per il periodo considerato 2018-2019 è stata deliberata con DGR 2067/2015. La classificazione dei corpi idrici regionali, necessaria per la verifica delle politiche e delle azioni messe in atto attraverso la pianificazione di settore, è effettuata al termine del ciclo di monitoraggio sessennale. La Regione Emilia-Romagna ha aggiornato il quadro conoscitivo ufficiale sullo stato dei corpi idrici sotterranei con la DGR n.2293 del 27/12/2021 - Allegato 3 "Valutazione dello stato delle acque sotterranee 2014-2019", che costituisce parte integrante del Piano di Gestione (PdG) del Distretto Padano 2021.

Il presente report illustra i risultati del monitoraggio effettuato negli anni 2018-2019 ai sensi della Direttiva sui corpi idrici sotterranei della provincia di Reggio Emilia, con alcuni approfondimenti su scala territoriale locale.

Quadro di riferimento

Normativa

Si riporta una sintesi dei principali riferimenti normativi nazionali ed europei:

-Direttiva Quadro 2000/60/CE:

-D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale" e recepimento della direttiva sopra citata, secondo cui il territorio italiano è stato suddiviso in distretti idrografici, cioè specifici ambiti territoriali di riferimento per la pianificazione e gestione degli interventi finalizzati alla salvaguardia e tutela della risorsa idrica. Il territorio provinciale di Reggio Emilia è compreso nel Distretto Idrografico del fiume Po.

-Direttiva 2006/118/CE normativa specifica di settore per le acque sotterranee inerente la "Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento", recepita ed attuata in Italia attraverso i decreti legislativi:

-D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30, "Attuazione della direttiva 2006/118/CE", relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;

-DM 8 novembre 2010, n. 260, Regolamento recante "i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152".

-Direttiva 2014/80/UE, che modifica l'Allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento, recepita dal:

-DM 6 luglio 2016, recepimento della direttiva 2014/80/UE.

Ulteriori documenti di riferimento tecnico nazionali sono rappresentati dai manuali e linee guida del sistema SNPA (Sistema Nazionale Protezione Ambiente):

- LG 157/2017 per la definizione dello stato quantitativo;
- LG 155/2017 e LG 174/2018 per l'individuazione dei valori di fondo naturale.

In particolare, i valori di fondo individuati ed aggiornati per i corpi idrici sotterranei della regione Emilia Romagna sono stati deliberati con DGR 2293/2021, Allegato 3b.

La normativa definisce le *acque sotterranee* come le acque che si trovano al di sotto della superficie del suolo, nella zona di saturazione e a contatto diretto con il suolo e sottosuolo.

Per la direttiva l'oggetto ambientale del monitoraggio è il *corpo idrico sotterraneo*, cioè il volume d'acqua in seno ad un acquifero sotterraneo, con caratteristiche omogenee al suo interno sia dal punto di vista qualitativo sia quantitativo.

Ogni corpo idrico è stato caratterizzato attraverso un'analisi dettagliata delle pressioni che su di esso insistono e del suo stato, al fine di valutare il rischio di non raggiungimento dell'obiettivi di qualità. La normativa prevede il raggiungimento dello Stato Ambientale buono, espressione complessiva dello Stato Quantitativo e dello Stato Chimico del corpo idrico sotterraneo, determinato dal valore peggiore tra i due stati.

Corpi idrici sotterranei della provincia reggiana

I corpi idrici sotterranei individuati sul territorio provinciale sono rappresentati in Figura 1, suddivisi per tipologia di acquifero:

- **freatico di pianura** (Fig.1A) che sovrasta tutta la porzione di pianura del territorio provinciale per uno spessore che al massimo raggiunge i 10-15 metri. E' caratterizzato prevalentemente dai depositi fluviali attuali e di paleoalveo e il suo limite a sud è lungo l'allineamento delle conoidi, per tutta la porzione confinata delle conoidi medesime;
- **acquiferi confinati superiori, liberi e montani** (Fig.1B) sono i corpi idrici profondi di pianura, coincidenti con le porzioni libere delle conoidi alluvionali, le porzioni confinate superiori delle conoidi alluvionali e dei corpi idrici di pianura alluvionale. In Figura 1B sono riportati anche i corpi idrici montani, le conoidi montane e le sabbie gialle. Le porzioni superiori dei corpi idrici confinati si riferiscono ai complessi acquiferi schematizzati nel modello concettuale del sottosuolo della pianura emiliano romagnola con A1 e A2 (Fig.2). La conoide con acquifero libero non è distinta tra porzione superiore e inferiore, e anche se è presente nella Figura 1C con limiti differenti alle due profondità, costituisce un corpo idrico continuo sulla verticale. I corpi idrici così raggruppati appartengono tutti al sistema superficiale (superiore) dei corpi idrici sotterranei.
- **acquiferi confinati inferiori** (Fig.1C), in cui sono rappresentate le porzioni libere più profonde della porzione di conoide con acquifero libero, le porzioni confinate inferiori delle conoidi alluvionali e del corpo idrico di pianura alluvionale. Sono inoltre riportati i limiti cartografici, alla profondità della base del complesso acquifero A2, delle porzioni libere delle conoidi alluvionali. Le porzioni inferiori dei corpi idrici confinati si riferiscono ai complessi acquiferi, schematizzati nel modello concettuale, con A3 e C (Fig.2). I corpi idrici così raggruppati appartengono tutti al sistema profondo (inferiore) dei corpi idrici sotterranei.

Nella Figura 2 si riporta una sezione, orientata SO-NE della pianura emiliana: sono rappresentati i differenti acquiferi distinti in base alla posizione lungo la verticale. La figura evidenzia i rapporti laterali e in verticale degli acquiferi individuati ai sensi delle Dir 2000/60/CE e Dir 2006/118/CE distinguendo tra acquiferi liberi, confinati superiori e inferiori.

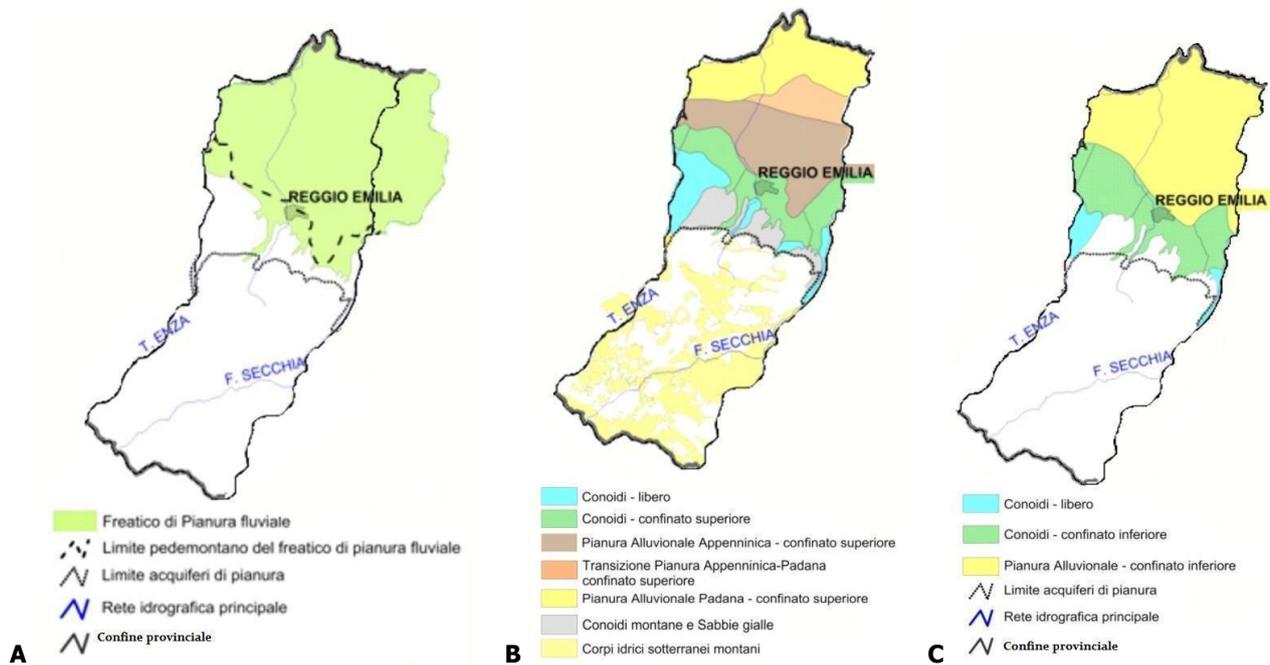


Figura 1: (A) corpi idrici sotterranei freatici di pianura, (B) corpi idrici sotterranei di montagna, di pianura liberi e confinati superiori, (C) corpi idrici sotterranei di pianura confinati inferiori.

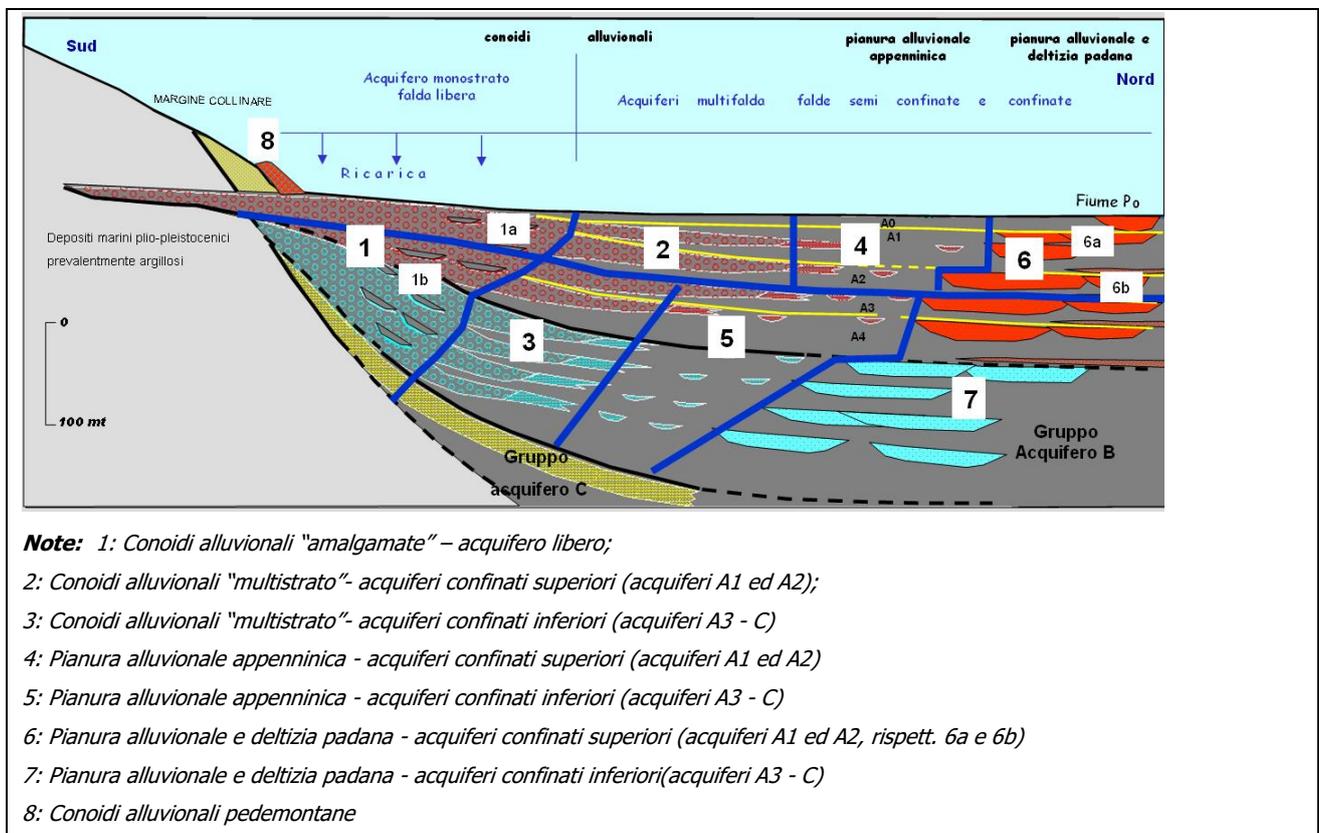


Figura 2: Sezione geologica schematica di sottosuolo della pianura emiliano-romagnola con indicazione dei corpi idrici individuati ai sensi delle Dir 2000/60/CE e Dir 2006/118/CE

Il monitoraggio delle acque sotterranee

La rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee è attiva dal 1976 per gli aspetti quantitativi (piezometria) e dal 1987 per quelli qualitativi (chimismo); a partire dal 2010 il sistema di monitoraggio è stato modificato per adeguamento ai nuovi criteri normativi.

Per verificare il raggiungimento degli obiettivi di stato buono, come previsto dalla normativa, il monitoraggio dei corpi idrici si attua attraverso due reti di monitoraggio:

- rete per la definizione dello stato **quantitativo** – per fornire una stima affidabile delle risorse idriche disponibili e valutarne la tendenza nel tempo, al fine di verificare se la variabilità della ricarica e il regime dei prelievi risultano sostenibili sul lungo periodo.
- rete per la definizione dello stato **chimico** - valuta lo stato e la tendenza nel tempo delle concentrazioni delle sostanze chimiche per cui il corpo idrico è stato definito a rischio. Questa può essere influenzata sia dalla presenza di sostanze inquinanti, attribuibili principalmente ad attività antropiche, sia da meccanismi idrochimici naturali che ne modificano la qualità riducendo significativamente gli usi pregiati della risorsa, come ad esempio presenza di ione ammonio, solfati, ferro, manganese, arsenico, boro.

Quando possibile, le stazioni di monitoraggio sono monitorate per entrambe le reti.

Monitoraggio quantitativo

La misura da effettuare in *situ* è il livello statico dell'acqua, espresso in metri, che rappresenta la sommatoria degli effetti antropici e naturali sul sistema idrico sotterraneo in termini quantitativi, ovvero prelievo di acque e ricarica delle falde medesime.

Il livello delle falde misurato durante le attività di monitoraggio può essere restituito rispetto al livello medio del mare (quota assoluta tramite piano quotato) e viene definito piezometria, oppure può essere riferito alla quota del piano campagna locale (quota relativa); in tal caso si definisce soggiacenza, che ha valori positivi crescenti verso il basso, dal piano campagna fino al pelo libero dell'acqua.

Questo monitoraggio è funzionale a ricostruire i trend della piezometria, o delle portate, per definire lo stato del corpo idrico e calcolare il relativo bilancio idrico, e determinare i tempi di rinnovamento della risorsa. Per tutte le stazioni di monitoraggio è previsto il rilievo con frequenza semestrale. Inoltre su alcuni pozzi che si trovano in zone sensibili sono state installate centraline di monitoraggio automatico in grado di fornire, con frequenza oraria, informazioni dettagliate sui livelli di soggiacenza. Per i corpi idrici montani la misura di portata, come anche il monitoraggio chimico, è prevista con frequenza semestrale un anno ogni tre e nel triennio 2017-19 è stato eseguito nel 2017. Per l'acquifero freatico di pianura, monitorato dal 2011, è prevista frequenza semestrale come per gli altri corpi idrici di pianura.

Monitoraggio chimico

Le frequenze e le sostanze da ricercare sono definite sulla base dell'analisi delle pressioni antropiche che gravano su ciascun corpo idrico, per orientare il monitoraggio alla definizione delle adeguate misure di contenimento.

Il monitoraggio per la definizione dello stato chimico è articolato nei seguenti programmi:

- monitoraggio di sorveglianza,
- monitoraggio operativo.

Il monitoraggio di **sorveglianza** deve essere effettuato per tutti i corpi idrici sotterranei e in funzione della conoscenza pregressa dello stato chimico di ciascun corpo idrico, della vulnerabilità e della velocità di rinnovamento delle acque sotterranee, e si distingue in:

- sorveglianza con frequenza iniziale – parametri di base e addizionali: deve essere effettuato nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici in cui le conoscenze sullo stato siano inadeguate o i dati chimici pregressi non disponibili e comunque solo per il periodo iniziale del monitoraggio di sorveglianza. Il profilo analitico comprende le sostanze di base e tutte quelle della Tabella 3 dell'Allegato 3 al D. Lgs 30/2009 e s.m.i., riportate in Tabella 1 del presente documento;
- sorveglianza con frequenza a lungo termine: deve essere effettuato nell'arco dei 6 anni nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze sullo stato siano buone. Il profilo analitico si compone di un profilo di base a cui si aggiungono con frequenza minore profili addizionali.

Per le stazioni con frequenza a lungo termine si prevedono frequenze differenziate per acquifero:

- semestrale (primavera e autunno) per ciascun anno per i corpi idrici, compresi anche quelli freatici, in corrispondenza dei sedimenti alluvionali maggiormente permeabili;
- semestrale (primavera e autunno) con cicli biennali per le acque sotterranee profonde di pianura (confinati inferiori), in quanto si ha una buona conoscenza pregressa dello stato chimico;
- semestrale (primavera e autunno) con cicli triennali per le sorgenti montane, punti di captazione delle sorgenti caratterizzate dalle maggiori portate, dove le pressioni antropiche sono ridotte.

Il monitoraggio **operativo** deve invece essere effettuato per i corpi idrici sotterranei a rischio di non raggiungere lo stato di buono, oltre quello di sorveglianza, con una frequenza almeno annuale, e comunque da effettuare tra due periodi di monitoraggio di sorveglianza, ed è costituito dalla combinazione di profilo base e eventuali profili addizionali.

Per quanto riguarda i profili analitici, nel D.Lgs.30/2009 e successivi sono riportati gli elementi necessari per la definizione dello stato chimico buono delle acque sotterranee:

- *conduttività*: le variazioni non devono indicare intrusioni saline;
- *elementi generali*: nitrati e pesticidi per cui sono definiti standard di qualità (Tab.2, All.3 D.Lgs 30/2009 ripreso dal Decreto 6 luglio 2016) e metalli, inquinanti inorganici, organici aromatici, policiclici aromatici, alifatici clorurati cancerogeni e non, nitro- e cloro-benzeni, diossine ed altri pesticidi e sostanze quali PCB per cui sono definiti valori soglia elencati nella Tab.3, Decreto 6 luglio 2016, che ne definiscono limiti di concentrazione.

In base alla tipologia di monitoraggio individuata, alle stazioni della rete regionale delle acque sotterranee viene applicato uno screening derivante dalla combinazione di differenti profili analitici: *profilo di base (B)*, *organoalogenati (O)*, *altre pericolose (P)*, *fitofarmaci (F)*, *microbiologico (M)*, *isotopia* e *profilo iniziale (I)*, elencati nella Tabella 1. I parametri obbligatori ai sensi della normativa vengono indicati, nella tabella, con un asterisco, mentre per i parametri non obbligatori ai fini della normativa, si ritiene opportuna la determinazione analitica per ottenere una completa e significativa definizione della qualità delle acque.

Il profilo analitico di base è sempre previsto in qualsiasi tipologia di monitoraggio e può essere completato e integrato con gli altri 5 profili analitici, in modo da avere uno screening analitico modulare che si adatta di volta in volta al monitoraggio chimico da effettuare.

Il profilo addizionale microbiologico prevede la ricerca del batterio *Escherichia coli* esclusivamente nei pozzi ad uso acquedottistico, come richiesto dal D.Lgs.30/2009.

Per i parametri altre pericolose sono aggiunte sostanze da ricercare in funzione delle pressioni che, a scala locale, sono state evidenziate nel corso del monitoraggio.

Il profilo fitofarmaci è distinto in 4 protocolli in modo da modulare per ogni pozzo la determinazione analitica più idonea, e nello specifico profilo A (contenente la maggior parte dei principi attivi ricercati), B (3-4

Dicloroanilina e Alachlor), C (Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin, DDT, DDD, DDE e esaclorocicloesano), e dal 2019 profilo D (AMPA, Glifosate e Glufosinate).

Infine il profilo *iniziale* va sempre considerato in abbinamento ai profili base, fitofarmaci, organoalogenati ed eventualmente al microbiologico, e si applica come screening completo nel monitoraggio di sorveglianza iniziale. Nel profilo iniziale sono compresi anche i composti perfluoroalchilici, la cui ricerca nelle acque sotterranee in Emilia-Romagna è stata progressivamente implementata a partire dal 2017 e nel periodo di interesse ha riguardato alcuni corpi idrici di conoide alluvionale, in stazioni ad uso acquedottistico.

Tabella 1: Profili analitici (* parametro richiesto da normativa)

| PROFILO DI BASE (B) | |
|---|-------------------------|
| Ossigeno Disciolto | O ₂ mg/l |
| Temperatura acqua | °C |
| pH | unità di pH |
| Durezza | CaCO ₃ mg/l |
| Conducibilità Elettrica * | µS/cm a 20°C |
| Bicarbonati | HCO ₃ mg/l |
| Calcio | mg/l |
| Cloruri * | Cl mg/l |
| Magnesio | mg/l |
| Potassio | mg/l |
| Sodio | mg/l |
| Solfati * | SO ₄ mg/l |
| Nitrati * | mg/l (NO ₃) |
| Nitriti* | µg/L (NO ₂) |
| Ione Ammonio* | NH ₄ µg/L |
| Ossidabilità (Kubel) | O ₂ mg/l |
| Carbonio Organico Totale (TOC) | mg/l |
| Ortofosfato_ Fosfati | mg/l |
| Ferro | Fe µg/L |
| Manganese | µg/L |
| Arsenico * | As µg/L |
| Boro* | B µg/L |
| Bario | µg/L |
| Fluoruri* | F µg/L |
| Cromo totale* | Cr µg/L |
| Nichel* | Ni µg/l |
| Piombo* | Pb µg/L |
| Rame | Cu µg/L |
| Zinco | Zn µg/L |
| Cadmio* | Cd µg/L |
| Potenziale Redox | mV |
| PROFILO ISOTOPIA | |
| DELTA OSSIGENO 18 (O-18/O-16) | ‰ VSMOW |
| DELTA DEUTERIO (H/D) | ‰ VSMOW |
| PROFILO ORGANOALOGENATI (O) | |
| Triclorometano (Cloroformio) * | µg/L |
| 1,1,1 Tricloroetano (Metilcloroformio) | µg/L |
| 1,1,2 Tricloroetilene * | µg/L |
| 1,1,2,2 Tetracloroetilene (Percloroetilene) * | µg/L |
| Tetracloruro di Carbonio (Tetraclorometano) | µg/L |
| Diclorobromometano * | µg/L |
| Dibromoclorometano * | µg/L |
| 1,1 dicloroetano | µg/L |

| Cloruro di Vinile (Cloroetene) * | µg/L |
|--|------------|
| 1,2 Dicloroetano * | µg/L |
| Esaclorobutadiene * | µg/L |
| 1,2- Dicloroetilene * | µg/L |
| 1,1- Dicloroetilene | µg/L |
| Tribromometano | µg/L |
| PROFILO ALTRE PERICOLOSE (P) | |
| Mercurio, Hg * | µg/L |
| Cromo VI * | µg/L |
| Antimonio * | µg/L |
| Selenio * | µg/L |
| Vanadio * | µg/L |
| Cianuri Liberi * | µg/L |
| Benzene * | µg/L |
| Etilbenzene * | µg/L |
| Toluene * | µg/L |
| Monoclorobenzene * | µg/L |
| ETBE | µg/L |
| MTBE | µg/L |
| o-Xilene | µg/L |
| m,p-Xileni | µg/L |
| Benzo (a) Pirene * | µg/L |
| Benzo (b) Fluorantene* | µg/L |
| Benzo (k) Fluorantene * | µg/L |
| Benzo (g,h,i) Perilene * | µg/L |
| Dibenzo (a,h) Antracene * | µg/L |
| Indeno (1,2,3-cd) Pirene * | µg/L |
| 1,4 Diclorobenzene * | µg/L |
| 1,2,3 Triclorobenzene * | µg/L |
| 1,2,4 Triclorobenzene * | µg/L |
| 1,3,5 Triclorobenzene * | µg/L |
| Idrocarburi totali (come n-esano) | µg/L |
| PROFILO MICROBIOLOGICO (M) | |
| Escherichia coli* | UFC/100 mL |
| PROFILO INIZIALE (I) aggiuntivo | |
| Nitrobenzene * | µg/L |
| Diossine e furani | µg/L |
| PCB * | µg/L |
| Acido perfluoropentanoico (PFPeA)* | µg/L |
| Acido perfluoroesanoico (PFHxA)* | µg/L |
| Acido perfluorobutansolfonico (PFBS)* | µg/L |
| Acido perfluorooctanoico (PFOA)* | µg/L |
| Acido perfluorooctansolfonico (PFOS)* | µg/L |

| PROFILO FITOFARMACI (ug/l) A | | | |
|--|--------------------------------------|------------------------------|--|
| Sommatoria Fitofarmaci | Diazinone | Mepanipirim | Simazina |
| 2,4-D | Diclorvos | Metossifenozone | Spirotetrammato |
| 2,4-DP | Difenoconazolo | Metalaxil | Spiroxamina |
| Acetamiprid | Dimetenamide-P | Metamitron | Tebufenozide |
| Acetoclor | Dimetoato | Metazaclor | Terbutilazina |
| Aclonifen | Diuron | Metidation | Terbutilazina Desetil |
| Atrazina | <u>Endosulfan Alfa</u> (dal 2018) | Metiocarb | <u>Terbutrina</u> (dal 2018) |
| Atrazina Desetil (Met) | <u>Endosulfan solfato</u> (dal 2018) | Metobromuron | Tetraconazolo |
| Atrazina Desisopropil (Met) | Epossiconazolo | Metolacior | Tiacloprid |
| <u>Atrazine-desethyl-desis</u> (dal 2018) | Etofumesate | Metribuzin | Tiametoxam |
| Azinfos Metile | Fenamidone | Molinate | Tiobencarb |
| Azoxystrobin | Fenbuconazolo | Oxadiazon | <u>Triallate</u> (dal 2018) |
| Bensulfuronmetile | Fenexamide | Paration etile | Trifloxistrobin |
| Bentazone | Fosalone | Penconazolo | Triticonazolo |
| Bifenazate | Flufenacet | Pendimetalin | Zoxamide |
| Boscalid | Imidacloprid | Petoxamide | |
| Buprofezin | Indoxacarb | Piraclostrobin | PROFILO FITOFARMACI C |
| Bupirimate | Iprovalicarb | Pirimetanil | Aldrin |
| Carbofuran | Isoxaflutole | Pirimicarb | Dieldrin |
| Cimoxanil | Isoproturon | Procimidone (no 2019) | Endrin |
| Ciprodinil | Kresoxim-metile | Procloraz | Isodrin |
| Clorfenvinfos | Lenacil | Propaclor | Sommatoria (Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin) |
| Clorantraniliprololo (DPX E-2Y45) | Linuron | Pirazone (cloridazon-iso) | DDT(o,p) e (p,p) |
| Clorpirifos Etile | Malation (no 2019) | Propazina | DDD (o,p) e (p,p) |
| Clorpirifos Metile | Mandipropamid | Propiconazolo | DDE (o,p) e (p,p) |
| Clortoluron | MCPA | Propizamide | Esaclorocicloesano Beta |
| Clotianidin | Mecoprop | <u>Quinoxifen</u> (dal 2018) | |
| | | | PROFILO FITOFARMACI D (2019) |
| PROFILO FITOFARMACI B | | | AMPA |
| 3,4 Dicloroanilina | | | Glifosate |
| Alachlor (no 2019) | | | Glufosinate |

La rete di monitoraggio nella provincia di Reggio Emilia

La rete regionale delle acque sotterranee nella provincia di Reggio Emilia è composta da 71 stazioni di misura del chimismo e 70 stazioni di misura piezometrica, di cui 53 coincidenti, distribuite sul territorio come mostrato in Figura 3 (pozzi) e Figura 4 (sorgenti montane).

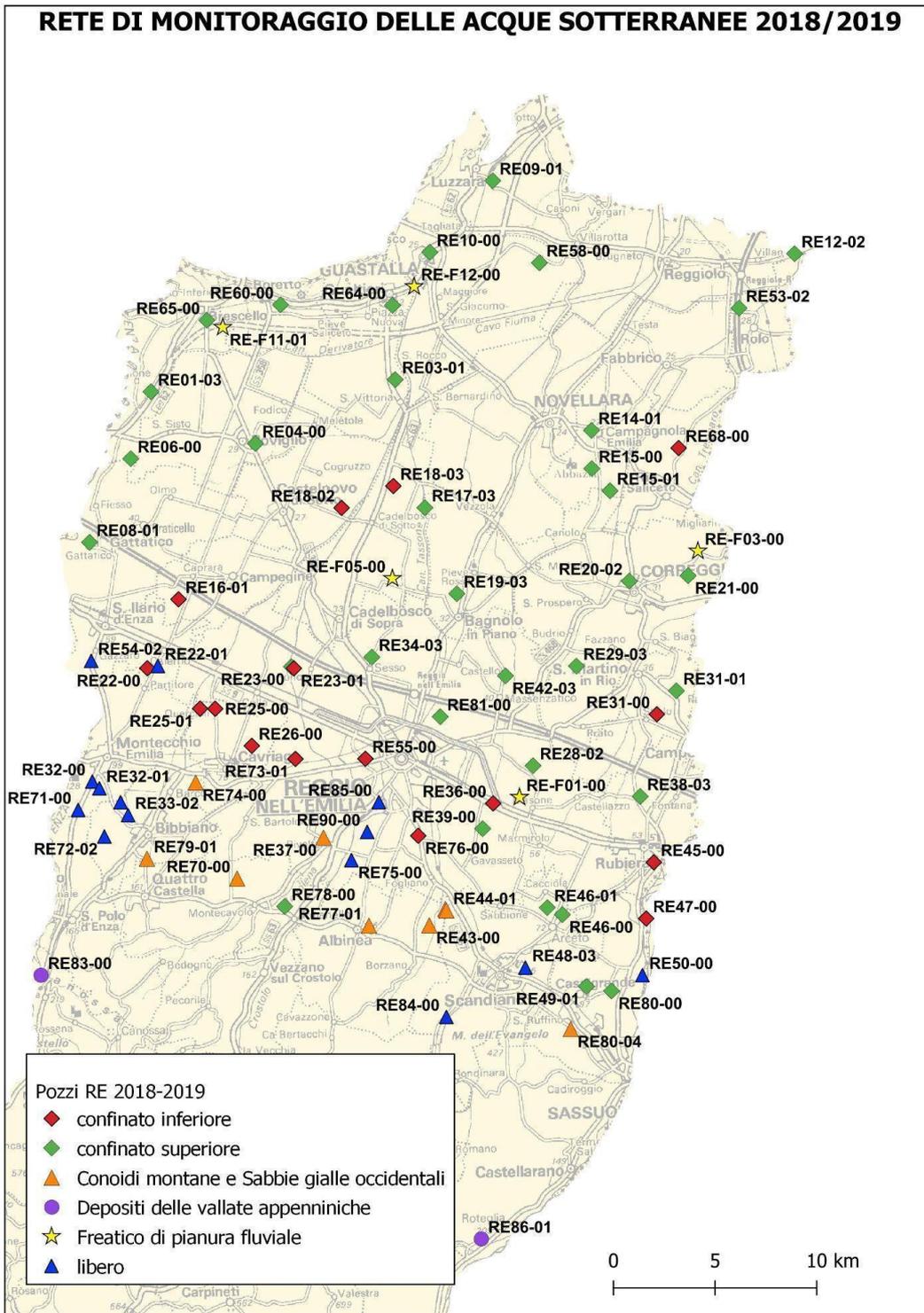


Figura 3: Rete di monitoraggio delle acque sotterranee 2018/2019

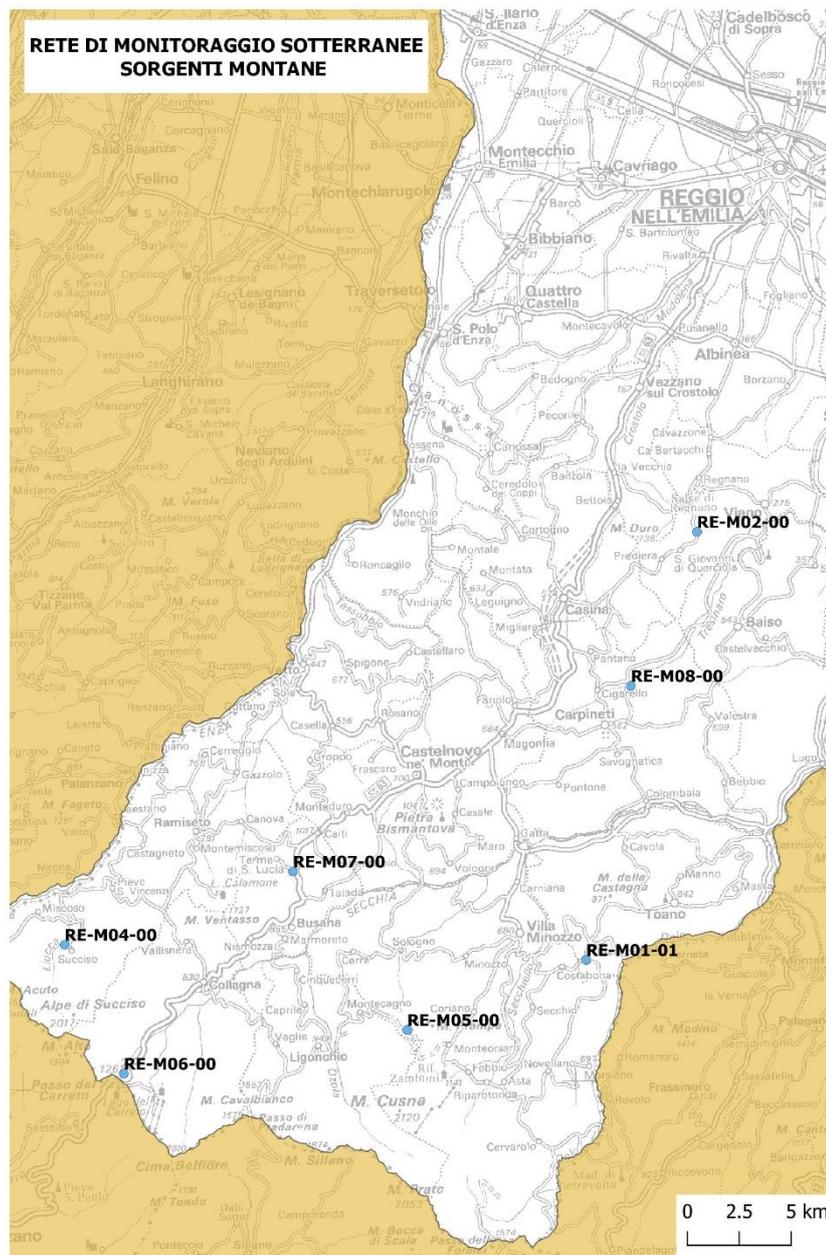


Figura 4: Rete di monitoraggio delle acque sotterranee, stazioni montane.

Tabella 2: Programma di monitoraggio chimico delle acque sotterranee 2018-19

| | Corpo Idrico e codice | Codice stazione | profondità max (m) | Tipo Monitoraggio | Addizionali | 2018 | 2019 | Note |
|---|---|-----------------|-----------------------|-------------------|----------------------|--|--------------------------------------|---------------------|
| Acquifero freatico di pianura | Freatico di pianura fluviale 9015ER-DQ1-FPF | RE F01-00 | 7 | ch+qnt | O+F+OD | Semestrale Sv+Op(I) - Sv+Op(I) | Semestrale Sv(B)+Op(A) - Sv(B)+Op(A) | F(A, B, C) nel 2018 |
| | | RE F03-00 | 11 | ch+qnt | O+F+OD | | | |
| | | RE F05-00 | 7 | ch+qnt | O+F+OD | | | |
| | | RE F11-01 | 7 | ch+qnt | O+F+OD | | | |
| | | RE F12-00 | 5 | ch+qnt | O+F+OD | | | |
| Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero | Conoide Enza - libero 0090ER-DQ1-CL | RE22-01 | 70 | ch | | Semestrale Sv(B)+Op(A) - Sv(B)+Op(A) | Semestrale Sv(B) - Sv(B+A) | |
| | | RE32-01 | 39_ primi filtri a 15 | ch | O+F | Semestrale Op(B+A) - Op(B+A) +OD | Semestrale Sv(B)+Op(A) - Sv(B)+Op(A) | F(A) |
| | | RE33-02 | 61_ primi filtri a 18 | ch+qnt | O+PFAAS | | | |
| | | RE54-02 | 55 | ch+qnt | O (no 2018) | | | |
| | | RE71-00 | 57_ primi filtri a 40 | ch+qnt | O (+F nel 2018) | | | |
| | | RE72-02 | 76_ primi filtri a 30 | ch+qnt | O (+F nel 2018) | | | |
| | Conoide Crostolo - libero 0100ER-DQ1-CL | RE75-00 | in sostituzione | ch | O (+FA e B nel 2019) | Semestrale Sv(B)+Op(A) - Sv(B)+Op(A) +OD | Semestrale Sv(B) - Sv(B+A) | F(A, B) |
| | | RE85-00 | 9 | ch+qnt | O (+F nel 2018) | | Semestrale Sv(B)+Op(A) - Sv(B)+Op(A) | F(A) |
| | | RE90-00 | 34_ primi filtri a 20 | ch+qnt | O (+F+P nel 2018) | | | |

| | Corpo Idrico e codice | Codice stazione | profondità max (m) | Tipo Monitoraggio | Addizionali | 2018 | 2019 | Note |
|---|---|--|---------------------------------|-----------------------|------------------------|---|-------------------------------|--|
| | Conoide Secchia - libero 0120ER-DQ1-CL | RE50-00 | 158_primi filtri a 55 | ch+qnt | O+F+P+M | Semestrale Sv(B)+Op(A) - Sv(B)+Op(A) +OD | Semestrale Sv(B) - Sv(B+A) | F(A, B, D) nel 2019 |
| | Conoide Tresinaro - libero 0110ER-DQ1-CL | RE48-03 | 30 | ch+qnt | O+P +M+F (nel 2018) | Semestrale Sv(B) - Sv(B+A) | | |
| | | RE84-00 | 10 | ch+qnt | F+ O (nel 2019) | +OD | | F(A) |
| Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero confinati superiori | Conoide Enza - confinato superiore 0370ER-DQ2-CCS | RE23-00 | 74_primi filtri a 27 | ch+qnt | O+F+M+P+PFAS | Semestrale Sv(B) - Sv(B+A) | Semestrale Sv(B) - Sv(B+A) | F(A) |
| | Conoide Parma-Baganza - confinato superiore 0360ER-DQ2-CCS | RE08-01 | 100 | ch | | Semestrale Sv(B) - Sv(B+A) +OD | | F(A) |
| | Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato superiore 0380ER-DQ2-CCS | RE39-00 | 28 | ch+qnt | | | | |
| | | RE46-01 | 64 | ch+qnt | O+F (2018) | | | |
| | | RE78-00 | 100 | ch+qnt | O (2019) | | | |
| | | RE81-00 | 60 | ch+qnt | O+F+P (2018) | | | |
| | Conoide Secchia - confinato superiore 0390ER-DQ2-CCS | RE38-03 | 60_primi filtri a 30 | ch+qnt | F | | | |
| | | RE49-01 | 80 | ch+qnt | | | | F(A) |
| | | RE80-00 | 98_primi filtri a 50 | ch | | | | |
| | Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori | Conoide Enza - confinato inferiore 2370ER-DQ2-CCI | RE16-01 | 120_primi filtri a 86 | ch+qnt | OD | | Semestrale Sv(B) - Sv(B) +OD |
| RE23-01 | | | 268_primi filtri a130 | ch+qnt | OD | | | |
| RE25-00* | | | 160_primi filtri a 52 | ch+qnt | O+OD | | | |
| RE26-00 | | | 150_primi filtri a 50 | ch+qnt | O+OD | | | |
| RE73-01 | | | 70_filtri solo a fondo pozzo | ch+qnt | OD | | | |

| | Corpo Idrico e codice | Codice stazione | profondità max (m) | Tipo Monitoraggio | Addizionali | 2018 | 2019 | Note |
|--|---|-----------------|------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------|--|------|
| | Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato inferiore 2380ER-DQ2-CCI | RE55-00* | 150_primi filtri a 90 | ch+qnt | O+P+OD | Semestrale Op(B) - Op(B+A) | Semestrale Op(B) - Op(B+A) | F(A) |
| | Conoide Secchia - confinato inferiore 2390ER-DQ2-CCI | RE45-00 | 305_primi filtri a 240 | ch+qnt | O+M+OD+F+P | | | |
| | | RE47-00 | 258 | ch+qnt | O+M+OD | | | |
| Pianura Alluvionale Appenninica - acquiferi confinati superiori | Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore 0610ER-DQ2-PACS | RE04-00 | 108 | ch+qnt | | Semestrale Sv(B) - Sv(B+A) | Semestrale Sv(B+OD) - Sv(B+A+OD) | F(A) |
| | | RE06-00 | 113 | ch+qnt | | | | |
| | | RE17-03 | 120 | ch | F+O (2018) | | | |
| | | RE19-03 | 75 | ch+qnt | | | | |
| | | RE20-02 | 248 | ch | | | | |
| | | RE21-00 | 116 | ch+qnt | O+F | | | |
| | | RE28-02 | 180 | ch | O+F | | | |
| | | RE29-03 | 130 | ch | F+O (2018) | | | |
| | | RE31-01 | 220 | ch | | | | |
| | RE34-03 | 80 | ch+qnt | | | | | |
| Pianura Alluvionale Appenninica e Padana - acquiferi confinati superiori | Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore 0620ER-DQ2-TPAPCS | RE14-01 | 97 | ch+qnt | | Semestrale Sv(B) - Sv(B+A) | Semestrale Sv(B+OD) - Sv(B+A+OD) | |
| | | RE15-01 | 150 | ch | | | | |
| Pianura Alluvionale Padana - acquiferi confinati superiori | Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore 0630ER-DQ2-PPCS | RE01-03 | 130 | ch+qnt | O+F (2018) | Semestrale Sv(B) - Sv(B+A) | Semestrale Sv(B+OD) - Sv(B+A+OD) | F(A) |
| | | RE09-01 | 113 | ch | | | | |
| | | RE12-02 | 100 | ch | | | | |
| | | RE53-02 | 81 | ch+qnt | O+F | | | |

| | Corpo Idrico e codice | Codice stazione | profondità max (m) | Tipo Monitoraggio | Addizionali | 2018 | 2019 | Note | |
|--|---|------------------------|--------------------|-------------------|-------------|--|--|------|----------------------|
| | | RE58-00 | 119 | ch+qnt | O+F | | | | |
| | | RE60-00 | 110 | ch+qnt | | | | | |
| | | RE64-00 | 110 | ch | | | | | |
| | | RE65-00 | 105 | ch | | | | | |
| Pianura Alluvionale - acquiferi confinati inferiori | Pianura Alluvionale - confinato inferiore 2700ER-DQ2-PACI | RE18-02 | 188 | ch | OD | / | Semestrale Sv(I) - Sv(I) | | |
| | | RE68-00 | 225 | ch+qnt | OD | | | | |
| Conoidi montane e spiagge appenniniche (sabbie gialle) | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali 0650ER-DET1-CMSG | RE43-00 | 41 | ch+qnt | O+OD | Semestrale Sv(B)+Op(A) - Sv(B)+Op(A) +FITOF | Semestrale Sv(B)+Op(A) - Sv(B)+Op(A) | | |
| | | RE44-01 | 295 | ch | O+OD | | | | |
| | | RE70-00 | 88_primi filtri 45 | ch+qnt | O+OD+P+M | | | | |
| | | RE77-01 | 100 | ch+qnt | O+OD | | | | |
| | | RE79-01* | 60 | ch+qnt | O+OD | | | | |
| Depositi delle vallate appenniniche | Depositi vallate App. Taro-Enza-Tresinaro 5030ER-AV2-VA | RE 83-00 | 6 | ch+qnt | O+F+OD | Semestrale Sv(B+A) - Sv(B+A) | Semestrale Sv(B+A) - Sv(B+A) | F(A) | |
| | Depositi vallate App. Secchia 5040ER-AV2-VA | RE 86-00 | 17 | ch+qnt | | | | | sostituito con 86-01 |
| | | RE 86-01 | | ch+qnt | O+F+OD | | | | F(A) |
| Corpo idrico montano | Villa Minozzo - Toano - Prignano sul Secchia 6160ER-LOC1-CIM | M01-01 o CIM-043-00 | | ch+qnt | | / | / | | |
| | Viano - Rossena 6310ER-LOC1-CIM | M02-00 o CIM-047-00 | | | | | | | |
| | Marmoreto - Ligonchio 6040ER-LOC1-CIM | M03-00 o CIM-041-00 | | | | | | | |

| | Corpo Idrico e codice | Codice stazione | profondità max (m) | Tipo Monitoraggio | Addizionali | 2018 | 2019 | Note |
|--|--|------------------------|--------------------|-------------------|-------------|------|------|------|
| | Ramiseto 6210ER-LOC1-CIM | M04-00 o CIM-046-00 | | | | | | |
| | M Prampa - Sologno - Secchio 6170ER-LOC1-CIM | M05-00 o CIM-044-00 | | | | | | |
| | M Marmagna - M Cusna - M Cimone - Corno alle Scale - Castiglione dei Pepoli 6050ER-LOC1-CIM | M06-00 o CIM-042-00 | | | | | | |
| | M Ventasso - Busana 6200ER-LOC3-CIM | M07-00 o CIM-045-00 | | | | | | |
| | M Fuso - Castelnuovo Monti - Carpineti 6190ER-LOC3-CIM | M08-00 o CIM-045-01 | | | | | | |

Legenda * centralina automatica, con misure orarie; ch=chimico, qnt=quantitativo, Sv =sorveglianza, Op=operativo;
 B=profilo di base, A=profilo addizionale (Organoalogenati, Fitofarmaci, Microbiologico, Pericolose, OD isotopi).

Nella Tabella 2 è riportato il programma di monitoraggio dettagliato previsto sul territorio provinciale per gli anni 2018-2019, distinto per acquiferi, con indicazione del tipo di monitoraggio, della frequenza e dei profili analitici eseguiti.

Nella Tabella 3 sono riportate le stazioni per cui è eseguito il solo profilo quantitativo, con cadenza semestrale.

Tabella 3: Stazioni di misura solo quantitativa - cadenza semestrale

| Acquifero | Corpo Idrico e codice | Codice stazione | Modifiche rispetto a 2016-2017 |
|--|--|-----------------|---|
| Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero | Conoide Enza - libero 0090ER-DQ1-CL | RE32-00 | |
| | | RE33-00 | |
| Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori | Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato superiore 0380ER-DQ2-CCS | RE46-00 | |
| | | RE48-04 | Eliminato |
| Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori | Conoide Enza - confinato inferiore 2370ER-DQ2-CCI | RE22-00 | |
| | | RE25-01 | |
| | Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato inferiore 2380ER-DQ2-CCI | RE36-00 | |
| | | RE76-00 | |
| Pianura Alluvionale Appenninica - acquiferi confinati superiori | Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore 0610ER-DQ2-PACS | RE42-03 | |
| Pianura Alluvionale Padana - acquiferi confinati superiori | Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore 0630ER-DQ2-PPCS | RE03-01 | |
| | | RE10-00 | |
| Pianura Alluvionale - acquiferi confinati inferiori | Pianura Alluvionale - confinato inferiore 2700ER-DQ2-PACI | RE15-00* | Riattribuito da Transizione Pianura Appenninica-Padana a Pianura conf. inferiore |
| | | RE18-03 | |
| | | RE31-00 | |
| Conoidi montane e spiagge appenniniche | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali 0650ER-DET1-CMSG | RE37-00 | |
| | | RE44-00 | |
| | | RE74-00 | |
| | | RE80-03 | Riattribuito da Crostolo-Tresinaro libero a conoidi montane e sabbie gialle. Eliminato perché non in sicurezza |
| | | RE80-04 | sostituto RE80-03 |

* centralina automatica, con misure orarie

Risultati

Monitoraggio quantitativo: livelli e portate delle acque sotterranee 2018-2019

Il livello delle acque sotterranee rappresenta la sommatoria degli effetti antropici e naturali sul sistema idrico sotterraneo in termini quantitativi, ovvero prelievo di acque dalle falde e ricarica delle falde medesime.

Il livello statico dell'acqua misurato *in situ* può essere poi rapportato al livello medio del mare per definire la piezometria, oppure può essere riferito alla quota del piano campagna locale per ottenere la soggiacenza, che ha valori positivi crescenti verso il basso, dal piano campagna fino al pelo libero dell'acqua. Nel caso di sorgenti, si rileva la portata espressa in litri al secondo.

Dai valori di livello delle acque sotterranee, si possono calcolare le tendenze nel tempo (trend) come variazioni medie annue dei livelli delle falde, a supporto della definizione dello stato quantitativo delle acque sotterranee. La misura dei livelli permette di evidenziare le zone del territorio sulle quali insiste una criticità ambientale di tipo quantitativo, ovvero le zone nelle quali la disponibilità delle risorse idriche sotterranee è minacciata dal regime dei prelievi e/o dall'alterazione della capacità di ricarica naturale degli acquiferi.

Per quanto riguarda i corpi idrici montani (Figura 5), le quattro sorgenti misurate nei comuni di Ramiseto, Villa Minozzo, Collagna, Busana (rispettivamente M04-00, M05-00, M06-00, M07-00) presentano una portata compresa tra 5 e 25 l/s, mentre quelle nei comuni di Toano e Viano (M01-00 e M02-00) presentano portate molto più contenute (1 l/s o inferiore). Questi corpi idrici sono monitorati con frequenza triennale (nel 2011, 2014, 2017).

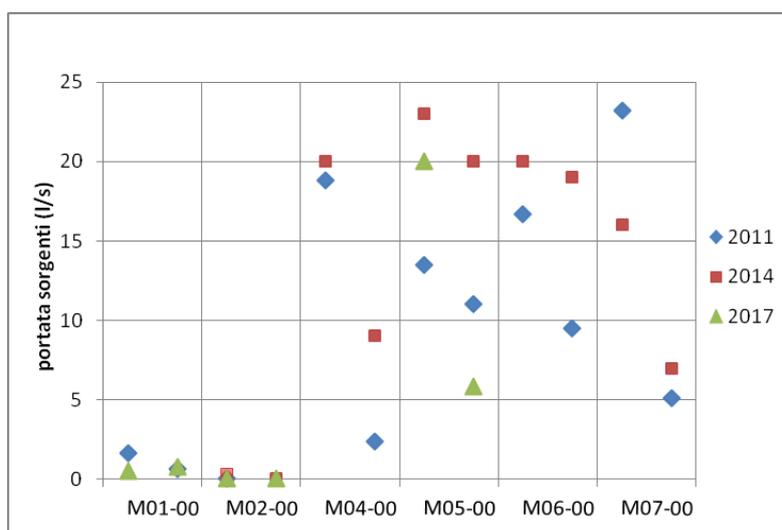


Figura 5: Portata delle sorgenti montane nelle campagne stagionali del 2011, 2014, 2017

Per i corpi idrici freatici di pianura, in Figura 6 si riporta l'andamento della soggiacenza come risultato dei campionamenti semestrali eseguiti dal 2010 al 2019 (tranne primaverile 2014 non eseguito per problemi tecnici). Il grafico mostra come in tutte le 5 stazioni di monitoraggio la falda freatica non superi mai 4 metri di profondità, con oscillazioni stagionali evidenti, in cui le campagne primaverili registrano generalmente dei minimi di soggiacenza, corrispondenti ad un aumentato livello degli acquiferi. Il livello dei corpi idrici freatici dipende infatti in gran parte dalle precipitazioni che ne costituiscono una parte rilevante della ricarica diretta, oltre che dal regime dei prelievi anche dal rapporto con i corsi d'acqua superficiali, che possono in alcuni periodi dell'anno essere alimentanti, mentre in altri drenanti in funzione delle quote relative tra alveo e corpo idrico sotterraneo.

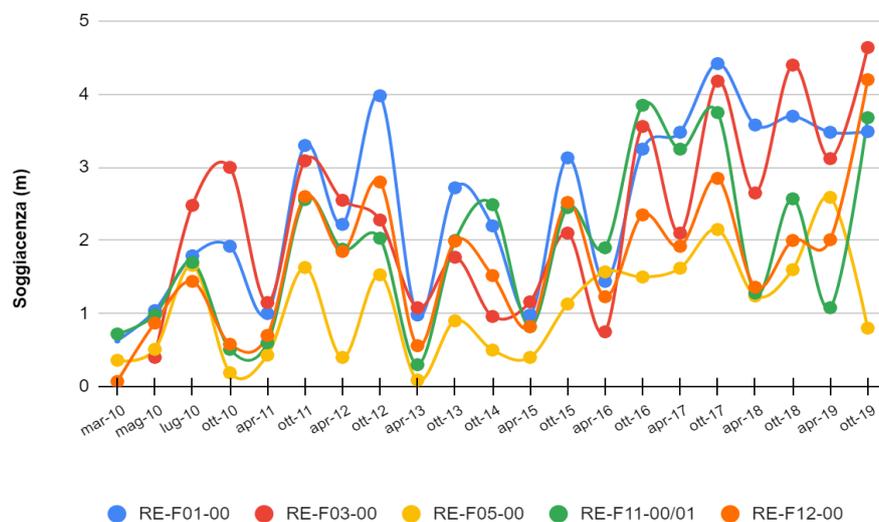


Figura 6: Andamento della soggiacenza nei pozzi freatici dal 2010 al 2019.

Per quanto riguarda i corpi idrici alluvionali, a seguire si riportano i grafici dei livelli riscontrati come trend 2002-2019 nelle stazioni di monitoraggio di Piacenza, Parma e Reggio Emilia (Area Prevenzione Ambientale Ovest), tratti dalle elaborazioni regionali del report "Valutazione dello Stato delle acque sotterranee 2014-2019".

Nella figura 7 vengono riportati i valori medi dei livelli dei diversi corpi idrici emiliani, distinguendo i periodi di massima ricarica degli acquiferi (primavera) e quelli di massimo scarico (autunno) e riportando a confronto i valori medi regionali delle rispettive falde.

Le variazioni dei livelli di falda sono state prevalentemente condizionate dal clima, in particolare dal regime delle precipitazioni, che sono state favorevoli alla ricarica degli acquiferi fino al 2016, con eccezione per alcune annate siccitose nel 2007 e 2012, mentre dopo la siccità del 2017 si è verificata nelle conoidi emiliane una progressiva attenuazione dei livelli di falda.

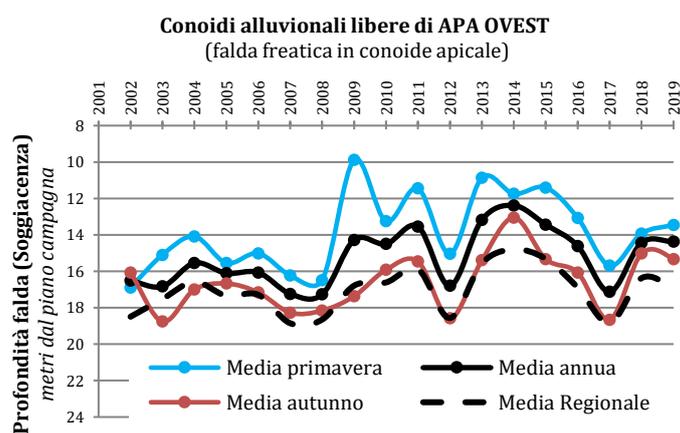
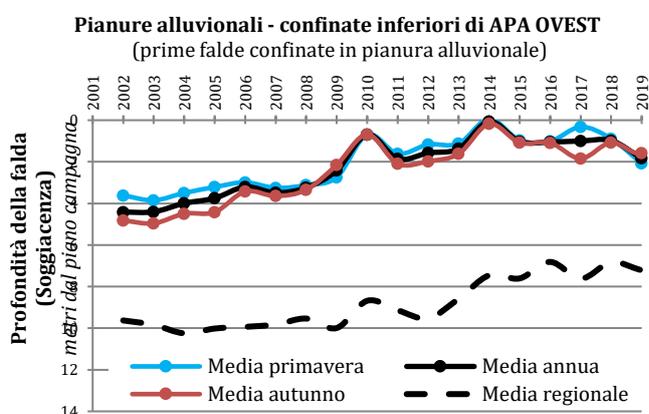
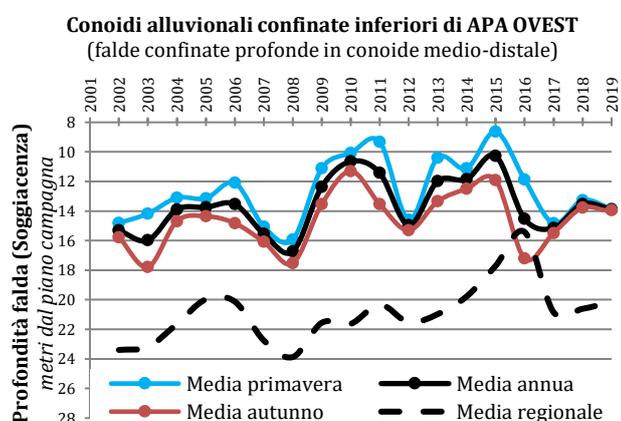
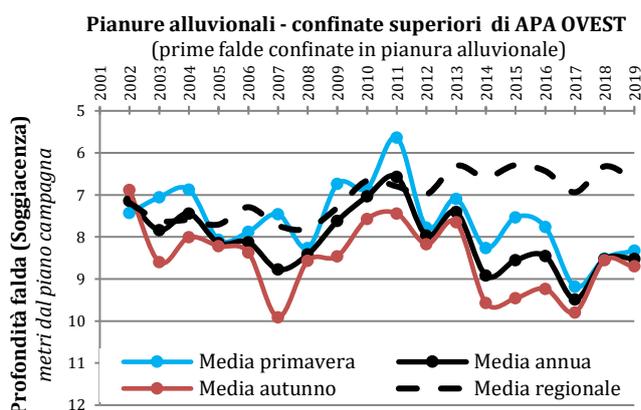
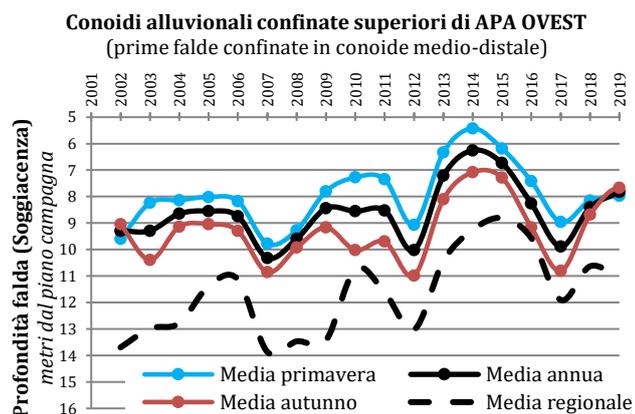


Figura 7: Evoluzione temporale (2002-2019) del livello delle falde nei corpi idrici dell'area Prevenzione Ambientale Ovest (PC, PR, RE)

fonte: Report regionale "Valutazione dello Stato delle acque sotterranee 2014-2019"

Monitoraggio chimico delle acque sotterranee nel periodo 2018-2019

La metodologia individuata dalla normativa per la valutazione dello stato chimico delle acque prevede, per ciascuna stazione di monitoraggio, il confronto delle concentrazioni medie annue con gli standard di qualità e i valori soglia definiti a livello nazionale per diverse sostanze chimiche (Tabelle 2 e 3 del Decreto 6 luglio 2016), qui riportati rispettivamente nelle Tabelle 4 e 5.

Tabella 4: Standard di qualità per le acque sotterranee (Tab.2 Decreto 6 luglio 2016)

| INQUINANTE | STANDARD DI QUALITÀ |
|--|----------------------------------|
| Nitrati | 50 mg/l |
| Sostanze attive nei pesticidi, compresi i loro pertinenti metaboliti, prodotti di degradazione e di reazione * | 0,1 µg/L 0,5 µg/L (totale) ** |

* Per pesticidi si intendono i prodotti fitosanitari e i biocidi, quali definiti all'articolo 2, rispettivamente del decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 194, e del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 174. ** "Totale" significa la somma di tutti i singoli pesticidi individuati e quantificati nella procedura di monitoraggio, compresi i corrispondenti metaboliti e i prodotti di degradazione e reazione.

Tabella 5: Valori soglia per le acque sotterranee (Tab.3 Decreto 6 luglio 2016)

| PARAMETRO | Numero Chemical Abstracts Service (CAS) | VALORI SOGLIA (µg L ⁻¹) | VALORI SOGLIA* (µg L ⁻¹) (inquinazione acque superficiali) |
|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|
| ELEMENTI IN TRACCIA | | | |
| Antimonio | 7440-36-0 | 5 | |
| Arsenico | 7440-38-2 | 10 | |
| Boro | 7440-42-8 | 1000 | |
| Cadmio** | 7440-43-9 | 5 | 0,08 (Classe 1) 0,09 (Classe 2) 0,15 (Classe 3) 0,25 (Classe 4) |
| Cromo Totale | 7440-47-3 | 50 | |
| Cromo VI | non applicabile | 5 | |
| Manganese | 7439-97-6 | 1 | 0,07*** |
| Nichel | 7440-02-0 | 20 | 4 (SQA biodisponibile) |
| Piombo | 7439-92-1 | 10 | 1,2 (SQA biodisponibile) |
| Selenio | 7782-49-2 | 10 | |
| Vanadio | 7440-02-2 | 50 | |
| COMPOSTI E IONI INORGANICI | | | |
| Cianuro libero | 57-12-5 | 50 | |
| Fluoruro | 16984-48-8 | 1500 | |
| Nitrato | 14797-65-0 | 500 | |
| Fosfato | 98059-61-1 | | |
| Solfato | 18785-72-3 | 250 (mg L ⁻¹) | |
| Cloruro | 16887-00-6 | 250 (mg L ⁻¹) | |
| Ammoniaca (ione ammonio) | 14798-03-9 | 500 | |
| COMPOSTI ORGANICI AROMATICI | | | |
| Benzene | 71-43-2 | 1 | |
| Etilbenzene | 100-41-4 | 50 | |
| Tolueno | 108-88-3 | 15 | |
| P-xilene | 106-42-3 | 10 | |
| POLICICLI AROMATICI | | | |
| Benzo(a)pirene | 50-32-8 | 0,01 | 1,7 x 10 ⁻⁴ |
| Benzo(a)fluorantene | 205-99-2 | 0,1 | 0,017*** |
| Benzo(a)fluorantene | 207-08-9 | 0,05 | 0,017*** |
| Benzo(g,h,i)perilene | 191-24-2 | 0,01 | 8,2 x 10 ⁻⁴ **** |
| Dibenz(a,h)antracene | 53-70-3 | 0,01 | |
| Indeno(1,2,3-c,d)pirene | 193-39-5 | 0,1 | |
| ALIFATICI CLORURATI | | | |
| Tetraclorotano | 67-66-3 | 0,15 | |
| Cloruro di Vinile | 75-01-4 | 0,5 | |

| | | | |
|---|--|--------------------|--------------------------------|
| 1,2-Dicloroetano | 107-06-2 | 3 | |
| Tetracloroetilene + Tetracloroetilene | (79-01-6) + (127-18-4) | 10 | |
| Biacetossidione | 87-68-3 | 0,15 | 0,05 |
| 1,2-Dicloroetilene | 540-59-0 | 60 | |
| ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI | | | |
| Dicloro-diclorometano | 124-48-1 | 0,13 | |
| Bromocloroformico | 75-27-4 | 0,17 | |
| NITROBENZENI | | | |
| Nitrobenzene | 98-95-3 | 3,5 | |
| CLOROBENZENI | | | |
| Cicloesano | 108-90-7 | 40 | |
| 1,4-Diclorobenzene | 106-46-7 | 0,5 | |
| 1,2,4-Triclorobenzene | 120-82-1 | 190 | |
| Tetraclorobenzene | 13002-48-1 | | 0,4 |
| Pentaclorobenzene | 608-03-5 | 5 | 0,007 |
| Esatoclorobenzene | 118-74-1 | 0,01 | 0,005 |
| PESTICIDI | | | |
| Aldrin | 306-09-2 | 0,03 | |
| β-endosulfano | 319-85-7 | 0,1 | 0,02 (Somma degli endosulfano) |
| DDT totale **** | non applicabile | 0,1 | 0,023 |
| p,p'-DDT | 50-29-3 | | 0,04 |
| Dieldrin | 60-57-1 | 0,03 | |
| Seccatona (aldin, dialdin, endrin, dieldrin) | (300-00-2), (60-57-1), (73-20-8), (483-73-8) | | 0,01 |
| DIOSSINE E FURANI | | | |
| Seccatona PCDD, PCDF | non applicabile | 4x10 ⁻⁶ | |
| ALTRE SOSTANZE | | | |
| PCB**** | non applicabile | 0,01 | |
| Idrocarburi totali (espressi come n-ottano) | non applicabile | 350 | |
| Condutività (µS/cm a 20°C) - acqua non aggressiva | non applicabile | 2500 | |
| COMPOSTI PERFLUORURATI | | | |
| Acido perfluorooctanoico (PFPA) | 2706-90-3 | 3 | |
| Acido perfluorooctanoico (PFPA) | 307-24-4 | 1 | |
| Acido perfluorobenzosulfonico (PFBS) | 374-73-5 | 3 | |
| Acido perfluorotetanoico (PFOA) | 335-07-1 | 0,5 | 0,1 |
| Acido perfluorooctanoico (PFOS) | 1763-23-1 | 0,03 | 8,0x10 ⁻⁴ |

Ai fini della classificazione, la normativa prevede che il risultato sia sempre espresso indicando lo stesso numero di decimali usato nella formulazione dello standard.

Presenza di specie chimiche di origine naturale

La qualità delle acque sotterranee è influenzata sia dalla presenza di specie chimiche di origine antropica sia dalle caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche degli acquiferi e in generale presenta una inerzia crescente alla variazione passando dalle conoidi alluvionali, ovvero i corpi idrici più vulnerabili, alle pianure alluvionali. Nei depositi di pianura alluvionale si riscontrano spesso concentrazioni anche elevate di alcuni elementi e metalli pesanti (quali Ferro, Manganese, Ione ammonio, Cloruri, Arsenico, Boro, Fluoruri, ecc.), dovute principalmente alle caratteristiche intrinseche dell'acquifero, che possono compromettere l'utilizzo delle acque stesse.

Dal momento che la valutazione dello stato chimico delle acque è finalizzata all'individuazione degli eventuali impatti antropici che influiscono su corpi idrici, che necessitano di una riduzione delle pressioni e di azioni finalizzate a prevenirne il peggioramento, la normativa prevede che per le specie chimiche di possibile origine naturale, in seguito ad accertamenti scientifici, possono essere calcolati valori soglia superiori a quelli tabellari, in relazione ai valori di *fondo naturale* del corpo idrico.

In Regione Emilia-Romagna, per individuare i parametri di possibile origine naturale che possono costituire criticità per il raggiungimento del buono stato chimico ai sensi del DM 6 luglio 2016, si è tenuto conto delle conoscenze pregresse scaturite dal monitoraggio ambientale delle acque sotterranee svolto a partire dal 1987. In tabella 6 si riporta lo schema riassuntivo tratto dal report regionale "Valutazione dello stato delle acque sotterranee 2014-2019", in cui vengono elencati i valori di fondo deliberati dalla DGR 1781/2015 e quelli aggiornati seguendo la Linea Guida SNPA 8/2018, nello specifico dei corpi idrici ricadenti nella provincia.

Dalla tabella si evince che alcuni corpi idrici sotterranei della provincia di Reggio Emilia presentano arricchimenti di elementi chimici oltre i valori soglia normativi, riconducibili ad origine naturale e quindi non determinanti lo scadimento dello stato chimico buono:

- corpi idrici montani Marmoreto - Ligonchio e M. Marmagna - M Cusna - M Cimone - Corno alle Scale - Castiglione dei Pepoli (rispettivamente le stazioni RE M03-00 e M06-00) in cui la presenza di sorgenti saline salso-solfato-alcalino-terrose, con rocce evaporitiche-gessose, arricchiscono naturalmente le acque di Solfati in entrambi i corpi idrici montani, mentre Cloruri e Conducibilità solo per Corpo idrico Marmoreto - Ligonchio;
- Conoide Tresinaro libero relativamente alla presenza di Solfati;
- Conoide Crostolo-Tresinaro confinato superiore relativamente alla presenza di Ione Ammonio;
- Pianura Alluvionale Appenninica nel corpo acquifero confinato superiore caratterizzata da presenza significativa di Arsenico dovuta a motivi naturali, derivante da meccanismi idrochimici di scambio con la matrice solida, che ne arricchiscono la concentrazione nelle acque, oltre a Ione Ammonio, Boro, Cloruri, Ferro, Manganese e Conducibilità;
- Transizione Pianura Appenninica Padana confinato superiore per Ione Ammonio, Arsenico, Boro, Cloruri, Ferro, Manganese;
- Pianura Alluvionale Padana confinato superiore per Ione Ammonio, Arsenico, Boro, Cloruri, Ferro, Manganese, Nichel e Conducibilità;
- Conoide Enza confinato inferiore per Ione Ammonio;
- Pianura Alluvionale confinato inferiore per Ione Ammonio, Arsenico, Boro, Cloruri, Conducibilità;
- Freatico di pianura per Cromo VI.

Tabella 6: Valori di fondo naturali individuati a livello regionale (estratto della tab 4.1 del report regionale "valutazione dello stato delle acque sotterranee 2014-2019")

| Codice corpo idrico (PdG 2015) | Nome corpo idrico (PdG 2015) | Ione ammonio | As | B | Cloruri | Conducibilità elettrica | Solfati | Cr (VI) | Fe | Mn | Ni |
|--------------------------------|---|--------------|--------|--------|---------|-------------------------|---------|---------|--------|--------|--------|
| | | (µg/l) | (µg/l) | (µg/l) | (mg/l) | (µS/cm) | (mg/l) | (µg/l) | (µg/l) | (µg/l) | (µg/l) |
| 0110ER-DQ1-CL | Conoide Tresinaro - libero | | | | | | 1034 | | | | |
| 0380ER-DQ2-CCS | Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato superiore | 1480 | | | | | | | | | |
| 0610ER-DQ2-PACS | Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore | 20800 | 120 | 1948 | 709 | 2619 | | | 41800 | 650 | |
| 0620ER-DQ2-TPAPCS | Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore | 22400 | 65 | 1700 | 355 | | | | 12830 | 453 | |
| 0630ER-DQ2-PPCS | Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore | 14400 | 24 | 1344 | 2520 | 7160 | | | 27000 | 1830 | 26 |
| 2370ER-DQ2-CCI | Conoide Enza - confinato inferiore | 2400 | | | | | | | | | |
| 2700ER-DQ2-PACI | Pianura Alluvionale - confinato inferiore | 30400 | 70 | 2170 | 1754 | 5220 | | | | | |
| 6040ER-LOC1-CIM | Marmoreto - Ligonchio | | | | 5024 | 14800 | 2260 | | | | |
| 6050ER-LOC1-CIM | M Marmagna - M Cusna - M Cimone - Corno alle Scale - Castiglione dei Pepoli | | | | | | 621 | | | | |
| 9015ER-DQ1-FPF | Freatico di pianura fluviale | | | | | | | 8 | | | |

Presenza di specie chimiche di origine antropica

Per descrivere la presenza degli elementi chimici di origine antropica, sono calcolate le medie annue dei parametri analizzati per tutte le stazioni di monitoraggio, quindi i dati vengono elaborati a livello di corpo idrico, al fine di evidenziare la presenza dei diversi contaminanti nelle singole porzioni delle conoidi alluvionali (libera, confinata superiore e confinata inferiore). Di seguito sono valutate le concentrazioni dei parametri più significativi rilevati nei corpi provinciali nel periodo di riferimento 2018-2019.

CONCENTRAZIONE DI NITRATI

La concentrazione di nitrati è un parametro utile per individuare le acque sotterranee maggiormente compromesse per cause antropiche sia di tipo diffuso (ad esempio uso di fertilizzanti azotati in agricoltura, smaltimento di reflui zootecnici) sia di tipo puntuale (ad esempio potenziali perdite da reti fognarie e scarichi puntuali di reflui urbani e industriali). La presenza di nitrati e l'eventuale tendenza all'aumento nel tempo costituisce uno degli aspetti più preoccupanti dell'inquinamento delle acque sotterranee, perchè questi inquinanti sono ioni molto solubili, difficilmente immobilizzabili dal terreno, che percolano facilmente nel suolo raggiungendo l'acquifero. Il livello di nitrati è un indicatore importante per orientare e ottimizzare nel tempo i programmi di monitoraggio dei corpi sotterranei, per individuare e indirizzare le azioni di risanamento da adottare attraverso gli strumenti di pianificazione, ma anche per monitorare gli effetti di tali azioni.

Lo standard di qualità fissato dalla normativa per la presenza di nitrati nelle acque sotterranee è pari a 50 mg/l di NO₃ (ione nitrato) e coincide con il limite per le acque potabili (D.Lgs. n. 18 /2023).

Nel periodo considerato, solo nel 2018, il limite di riferimento è stato superato in 2 pozzi, di cui uno appartenente al corpo freatico di pianura (F12-00) e uno alla Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali (RE43-00) come indicato nelle figure 8-10.

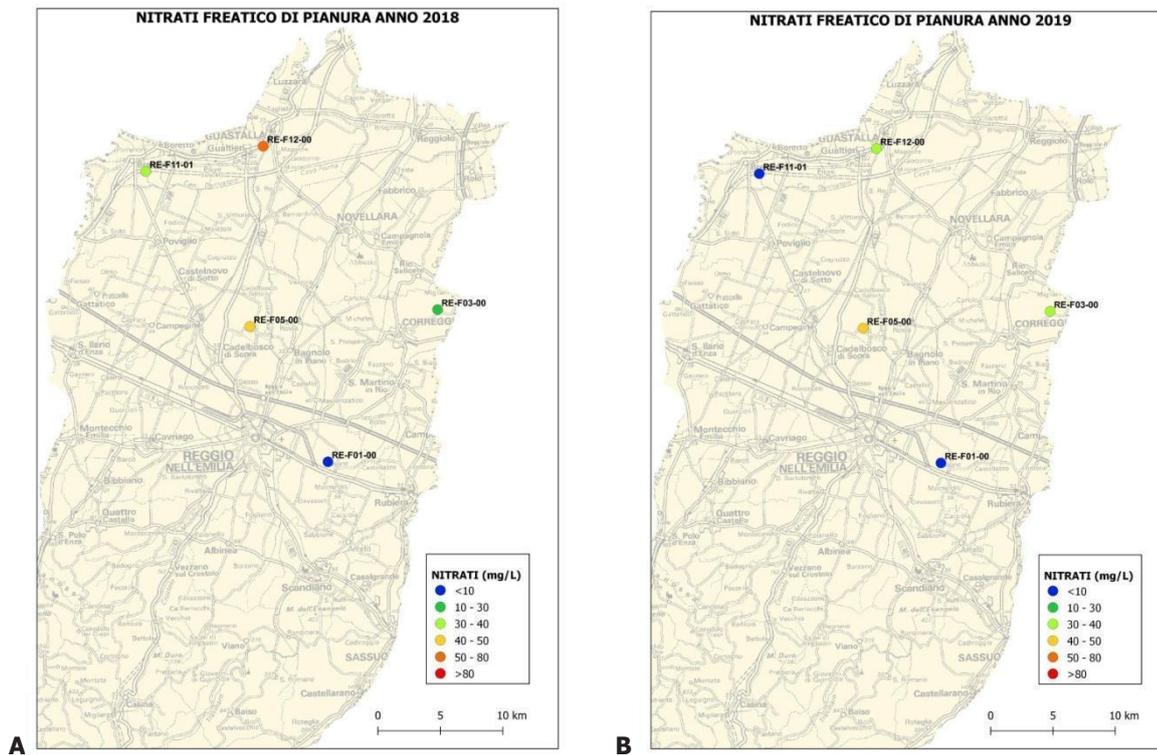


Figura 8: Concentrazione media di nitrati nei corpi idrici freatici di pianura nel 2018 (A) e 2019 (B)

L'acquifero freatico di pianura (Fig.8), rappresentato nel reggiano da 5 pozzi monitorati a partire dal 2010, presenta intrinseca variabilità per la sua connessione diretta con il reticolo superficiale, che risulta nelle oscillazioni delle concentrazioni di nitrati durante gli anni. Si ricorda l'elevata vulnerabilità di questi acquiferi dovuto allo spessore di 10-15 metri ed essendo in relazione diretta con i corsi d'acqua superficiali di pianura.

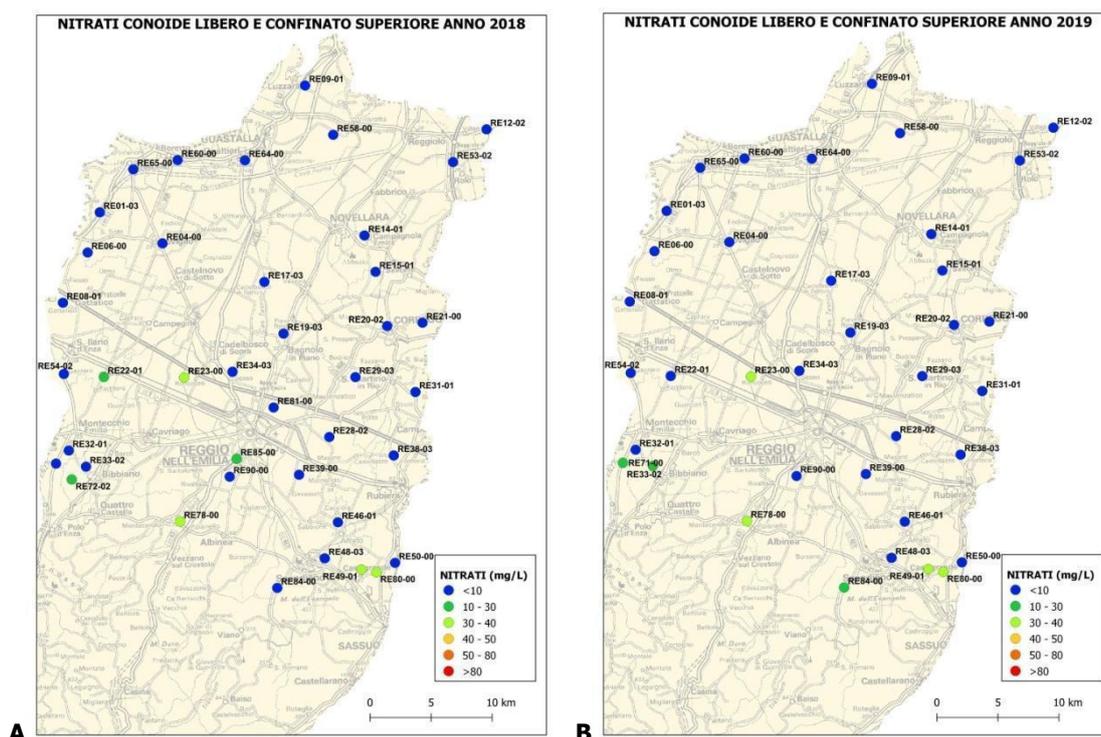


Figura 9: Concentrazione media di nitrati nelle stazioni dei corpi idrici di conoide libero e confinato superiore nel 2018 (A) e nel 2019 (B)

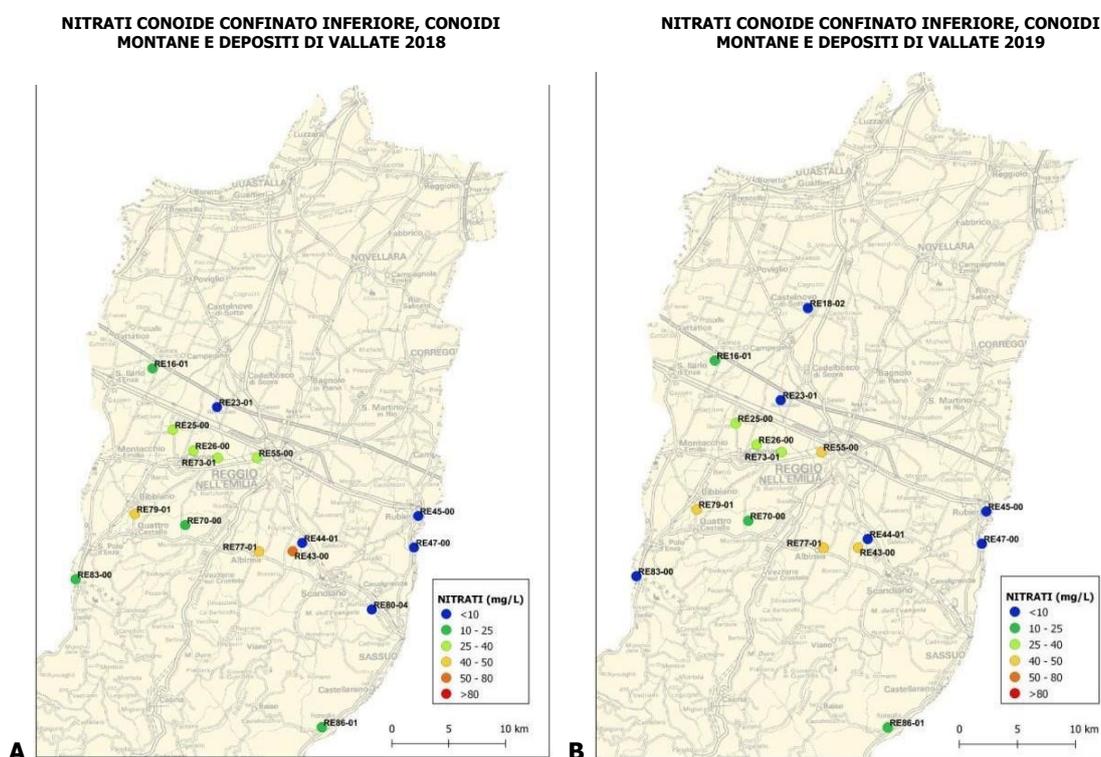


Figura 10: Concentrazione media di nitrati nelle stazioni dei corpi idrici di conoide confinato inferiore, conoidi montane e spiagge appenniniche e depositi di vallate nel 2018 (A) e nel 2019 (B)

Le aree di conoide alluvionale sono invece caratterizzate da elevata vulnerabilità, sono sede di ricarica diretta degli acquiferi più profondi, dove le condizioni chimico-fisiche sono prevalentemente ossidanti. In questa area la presenza di nitrati è stata analizzata nelle sue 3 porzioni: libera, confinata superiore e confinata inferiore.

Le situazioni di più grave compromissione sono considerate quelle di contestuale presenza di nitrati nelle diverse porzioni, oltre i limiti di legge, o quando si presenta un incremento di concentrazione dalla porzione libera a quelle confinate, in particolare quella inferiore. Nel caso reggiano, i nitrati rimangono ampiamente sotto la soglia dei 50 mg/l lungo la verticale.

Nella pianura alluvionale le concentrazioni di nitrati risultano minime, dell'ordine di 1 mg/l; questi corpi risultano meno vulnerabili all'inquinamento, in quanto caratterizzati da acque mediamente più antiche e confinate oltre che da condizioni chimico-fisiche prevalentemente riducenti, dove i composti di azoto si ritrovano naturalmente nella forma di ione ammonio.

Anche nell'acquifero depositi delle vallate appenniniche (nella realtà provinciale rappresentato da 2 pozzi, dal 2016) è ampiamente rispettato lo standard normativo per i nitrati, come anche per i corpi idrici montani, risultati al di sotto di 10 mg/l.

CONCENTRAZIONE DI ORGANOALOGENATI

I composti organoalogenati non sono presenti in natura e sono caratterizzati da tossicità acuta e cronica, e cancerogenicità variabile a seconda dei singoli composti. Il loro utilizzo è di tipo industriale e domestico; alcuni di essi si formano anche a seguito del processo di disinfezione delle acque con cloro. Si rimanda alla tabella 5 del presente documento per i valori soglia normati dal decreto del 6 luglio 2016.

Nella Tabella 7 è riportato il numero di ritrovamenti puntuali di organoalogenati, ovvero il numero di campioni in cui la concentrazione è risultata maggiore del limite di quantificazione della metodica analitica (LOQ) negli anni 2018 e 2019, da cui si evince che le sostanze rinvenute nelle acque sotterranee provinciali, in un numero esiguo di pozzi (di cui due freatici), sono sostanzialmente tre: Tricloroetilene, Tetracloroetilene e Triclorometano.

Tra queste, l'unico composto che presenta superamenti del valore soglia di concentrazione media annuale (0.15 µg/L) è il Triclorometano, ritrovato nei pozzi RE 71-00, RE 84-00, RE 86-01 e RE F03-00 nel 2019, determinandone il giudizio di Stato Chimico scarso.

Tabella 7: Ritrovamenti puntuali di organoalogenati 2018-2019 (>LOQ).
In rosso i valori maggiori dei limiti normativi

| Codice | Triclorometano | | Tricloroetilene | | Tetracloroetilene | |
|-----------|----------------|----------|-----------------|----------|-------------------|----------|
| | LOQ=0.05 | | LOQ=0.1 | | LOQ=0.05 | |
| | 2018 | 2019 | 2018 | 2019 | 2018 | 2019 |
| RE48-03 | | 1 | | | 2 | 1 |
| RE55-00 | | | | | 1 | 1 |
| RE71-00 | | 1 | | | | |
| RE84-00 | | 1 | | | | |
| RE86-01 | | 1 | 2 | 2 | | |
| RE-F03-00 | | 1 | | | | |
| RE-F12-00 | | | | | 1 | 1 |

CONCENTRAZIONE DI FITOFARMACI

I fitofarmaci non sono presenti in natura e fanno parte dell'elenco delle sostanze pericolose da monitorare con particolare attenzione; queste vengono usate in agricoltura in diversi periodi dell'anno, a seconda della coltura, ed essendo distribuiti sul terreno rappresentano una fonte diffusa di inquinamento delle acque.

La concentrazione media annua nei corpi sotterranei, definita nel DM 6 luglio 2016 non deve superare 0,5 µg/L come sommatoria totale e 0,1 µg/L come singolo principio attivo.

La presenza di fitofarmaci, oltre che individuare le acque sotterranee maggiormente compromesse dal punto di vista qualitativo per cause antropiche legate al settore agricolo, è parametro per la definizione dello stato chimico, che si riflette poi sullo stato ambientale complessivo della risorsa.

L'elenco dei principi attivi analizzati nella rete di monitoraggio, già riportato in Tabella 1, è selezionato e aggiornato di concerto con il Servizio Fitosanitario della Regione Emilia-Romagna sulla base delle pressioni antropiche e delle caratteristiche chimiche e chemio-dinamiche della sostanza. I limiti di quantificazione delle metodiche analitiche (LOQ) variano in funzione della sostanza analizzata tra 0,01 e 0,05 µg/L.

Considerando il numero di ritrovamenti nel territorio reggiano nel 2018-19 (Tabella 8), ovvero i campioni che presentano valori di concentrazione di un principio attivo superiore al rispettivo LOQ, si osserva che tracce di fitofarmaci sono presenti in tutti i pozzi del sistema freatico, corpo idrico caratterizzato da elevata vulnerabilità essendo poco profondo e risentendo fortemente degli apporti al suolo. Al di fuori della falda freatica, la presenza rilevata di fitofarmaci è invece sporadica e limitata a un solo pozzo nel periodo di interesse.

Nel complesso, la frequenza per anno dei principi attivi ritrovati nelle acque sotterranee provinciali è riportata in Figura 11.

Tabella 8: Ritrovamenti puntuali di fitofarmaci nel 2018 e nel 2019

| | anno | 3,4 dicloroanilina | Atrazina | Atrazine-desethyl-desis | Azoxistrobin | Bentazone | Boscalid | Clorantamipropolo (DPX E-2V45) | Diuron | Endosulfan Alfa | Endosulfan solfato | Imidacloprid | Iprovalicarb | Metalaxil | Metolaclo | Metossifenozide | Pirimetanil | Spiroxamina | Tebufenozide | Terbutilazina | Terbutilazina Desetil | Tiacloprid | Tiametoxam | TOTALI | |
|---------------|------|--------------------|----------|-------------------------|--------------|-----------|----------|--------------------------------|--------|-----------------|--------------------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------------|---------------|-----------------------|------------|------------|--------|----|
| RE-F01-00 | 2018 | | | | | | | | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | 4 | |
| | 2019 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 2 | | | | | | | | | 4 |
| RE-F03-00 | 2018 | | | | | | 1 | | | | | 2 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | 5 |
| | 2019 | | | | | | 1 | 1 | | | | 2 | 1 | 1 | 2 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 13 |
| RE-F05-00 | 2018 | | | | | | | | | | | 2 | | 1 | | | | | | | 1 | | | | 4 |
| | 2019 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | | | | 7 |
| RE-F11-01 | 2018 | 1 | | | | | | | 2 | | | | | 1 | | | | | | 1 | 2 | | | | 7 |
| | 2019 | | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | 7 |
| RE-F12-00 | 2018 | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | 6 |
| | 2019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| RE17-03 | 2018 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | 2019 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 2 |
| TOTALI | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 9 | 1 | 6 | 6 | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 7 | 1 | 2 | | |

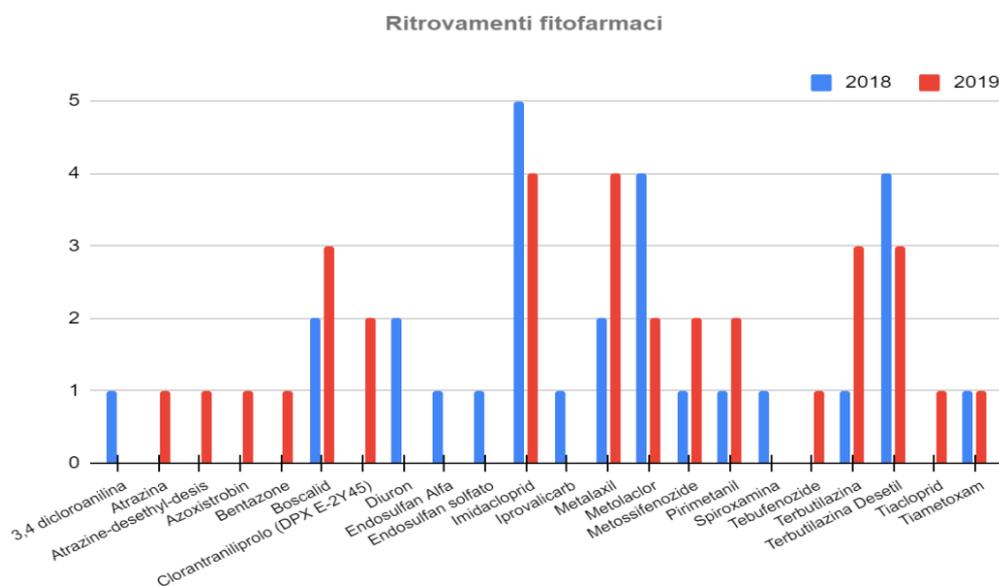


Figura 11: Ritrovamenti puntuali di fitofarmaci nel 2018 e nel 2019

Ragionando in termini di concentrazione, in figura 12 sono riportate le medie annuali dei fitofarmaci (dove quantificabili, ovvero superiori al LOQ), da cui si evince che gli unici superamenti del valore soglia normativo di 0.1 ug/l si sono verificati nel 2019, nel pozzo RE-F03-00, rispetto alla singola sostanza Metossifenozide e alla Sommatoria totale dei fitofarmaci ritrovati, causando la classificazione del pozzo in stato qualitativo scarso.

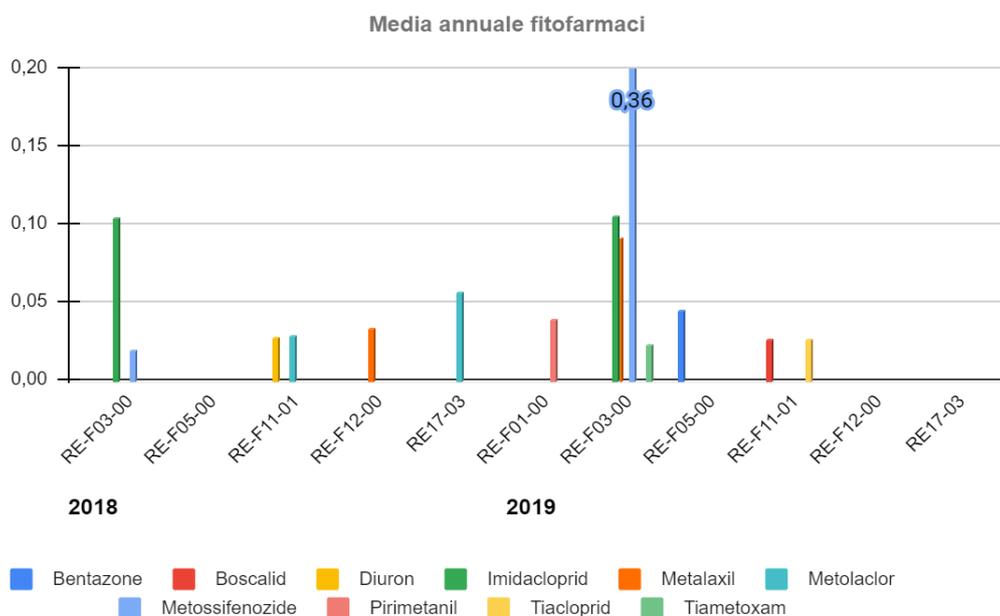


Figura 12: Medie annuali delle concentrazioni di singoli fitofarmaci nel 2018 e 2019

CONCENTRAZIONE DI METALLI

La maggior parte dei metalli considerati ai fini della valutazione di buono stato chimico, ovvero Antimonio, Cadmio, Cromo, Piombo, Selenio, Vanadio, sono rilevabili (> LOQ) nelle acque sotterranee in modo del tutto sporadico; Arsenico e Nichel risultano invece più frequenti, anche in ragione della loro presenza naturale in alcuni acquiferi, come si evince dal numero dei ritrovamenti riportato in Tabella 9.

Tabella 9: Ritrovamenti puntuali di metalli (> LOQ) nel biennio 2018-2019

| | Loq ug/l | 2018 | 2019 |
|------------------|----------|------|------|
| Antimonio | <1 | 1 | |
| Arsenico | <1 | 50 | 51 |
| Cadmio | <0.04 | 2 | 4 |
| Cromo tot | <2 | 4 | 5 |
| Cromo VI | <2 | 1 | |
| Nichel | <1 | 51 | 53 |
| Piombo | <1 | 2 | 1 |
| Selenio | <2 | 12 | 1 |
| Vanadio | <5 | 3 | |

In particolare la distribuzione dell'Arsenico (Figura 13) riguarda diffusamente, talvolta anche in concentrazioni significative, i corpi idrici sotterranei di Pianura Alluvionale confinati superiori. Questa situazione è riconducibile alla presenza naturale di questa sostanza tipicamente in associazione ad altre come Ferro, Manganese, Ione Ammonio, Cloruri, che caratterizzano il chimismo degli acquiferi profondi a causa del contesto idrogeologico e della presenza di acque fossili. Per questo motivo, le concentrazioni di Arsenico rilevate sono riconducibili al valore di fondo naturale definito per il corpo idrico e non ne determinano lo scadimento qualitativo ai fini della classificazione di stato chimico.

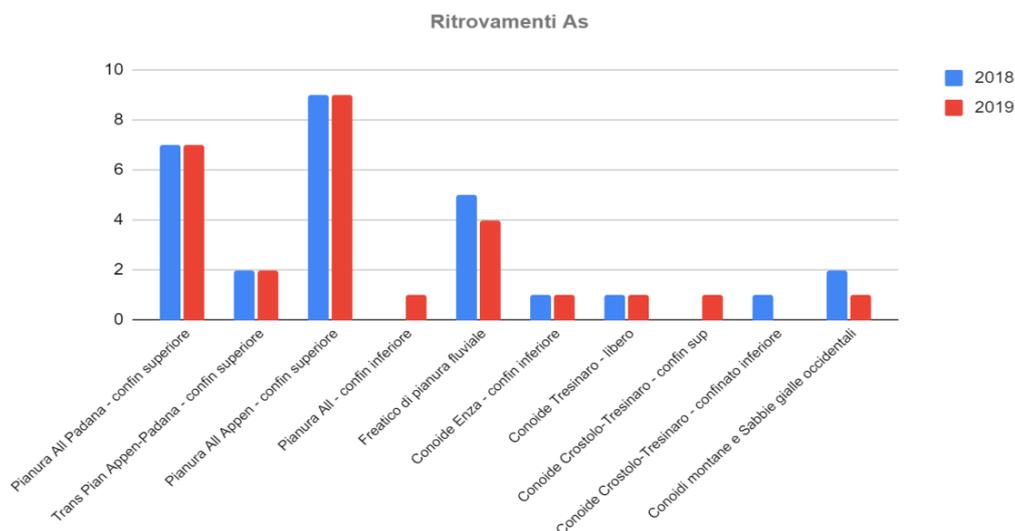


Figura 13: Ritrovamenti puntuali di Arsenico per corpo idrico, in provincia di Reggio Emilia

Per quanto riguarda la distribuzione del Nichel (Figura 14) si riscontrano ritrovamenti in quasi tutti i corpi idrici, ma che non raggiungono concentrazioni medie superiori al valore soglia normativo.

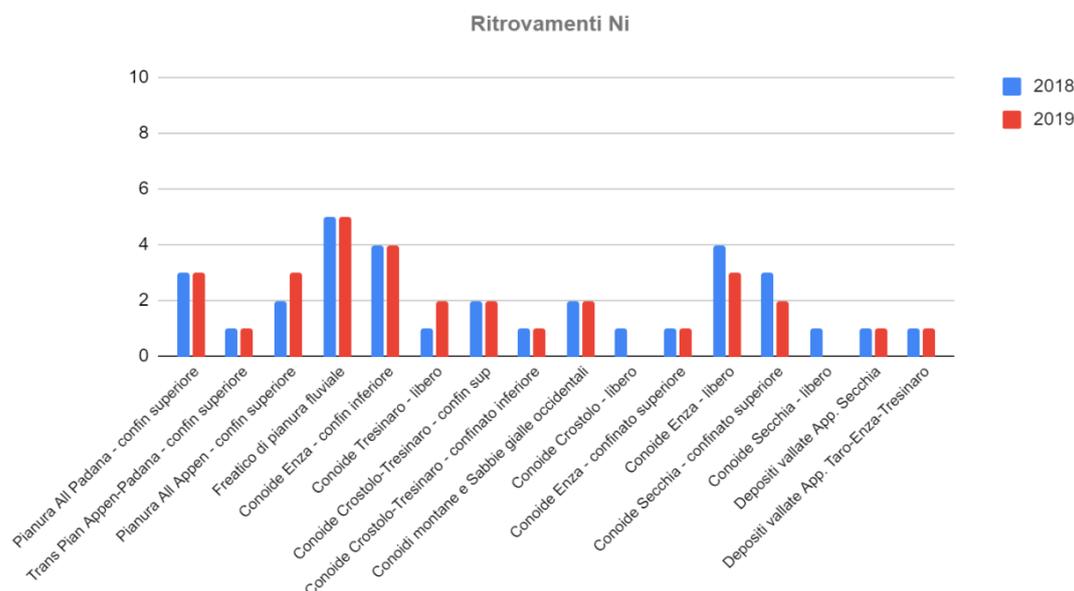


Figura 14: Ritrovamenti puntuali di Nichel per corpo idrico, in provincia di Reggio Emilia

Nel profilo analitico di base sono compresi anche metalli normalmente presenti nelle acque quali Bario, Ferro, Manganese, Rame, Zinco, nonché cationi (Ca, Mg, Fe, K) ed inquinanti inorganici quali Boro, Bicarbonati, Fluoruri, Nitriti, Solfati, Cloruri, Ione Ammonio.

Tra questi il Boro, in particolare, mostra una presenza molto diffusa nei corpi sotterranei alluvionali, tuttavia, considerando le concentrazioni medie annuali, si segnalano superamenti della soglia normativa di 1000 ug/L, che ne determinano la classificazione in stato scarso, soltanto nella stazione della falda freatica F12-00. Nei rimanenti casi la presenza del Boro è invece riconducibile ad origine naturale e pertanto non determina lo scadimento dello stato chimico (Pianura Alluvionale Appenninica-confinato superiore, Pianura Alluvionale Padana-confinato superiore, Pianura alluvionale-Confinato inferiore e Transizione Pianura Appenninica-Padana-confinato superiore).

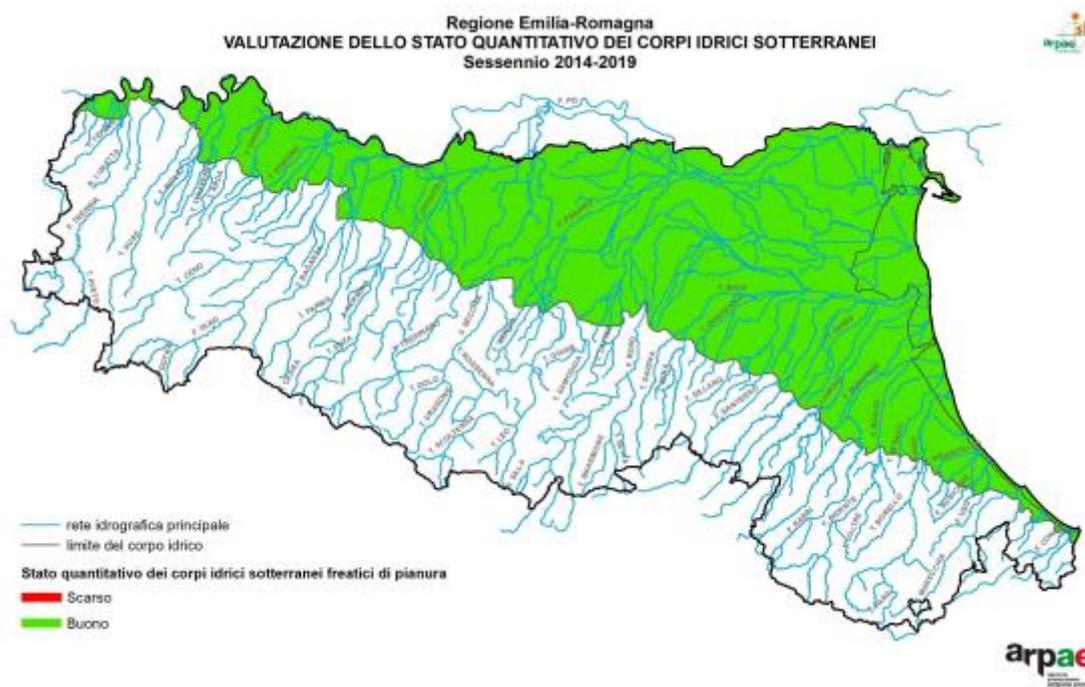
Classificazione corpi idrici sotterranei

Stato quantitativo

La classificazione dello stato quantitativo prevede la definizione di stato buono quando *“il livello/portata di acque sotterranee nel corpo sotterraneo è tale che la media annua dell'estrazione a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili”*. In specifico la normativa definisce che *“non si delineino diminuzioni significative, ovvero trend negativi significativi, delle medesime risorse”*.

La metodologia utilizzata da ARPAE Emilia Romagna per la valutazione dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei è descritta in modo approfondito nel Report regionale *“Valutazione dello Stato delle acque sotterranee 2014-2019”* (Arpae Emilia Romagna, 2021).

Dai dati di piezometria e di soggiacenza vengono effettuate elaborazioni che permettono di restituire cartografie rappresentanti le variazioni dei livelli di falda dell'intero territorio di pianura, distinguendo le diverse profondità dei corpi idrici - confinati superiori e confinati inferiori - aventi in comune la parte apicale delle conoidi alluvionali con acquifero libero, che rappresenta la zona di ricarica delle porzioni confinate di conoide e della pianura alluvionale appenninica (Fig.15).



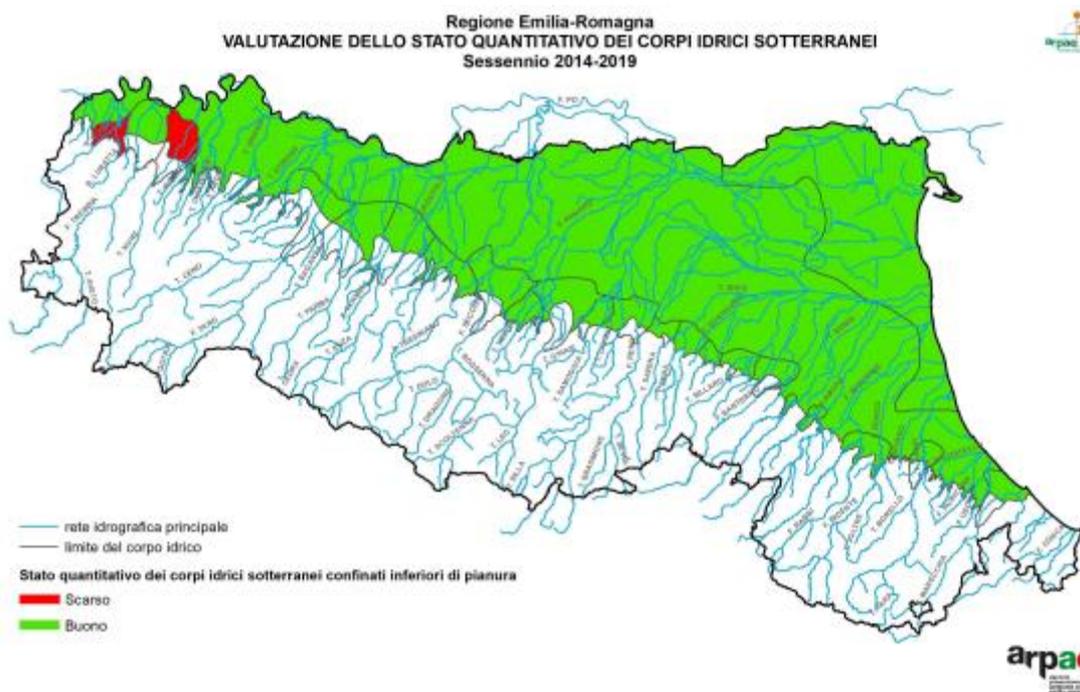
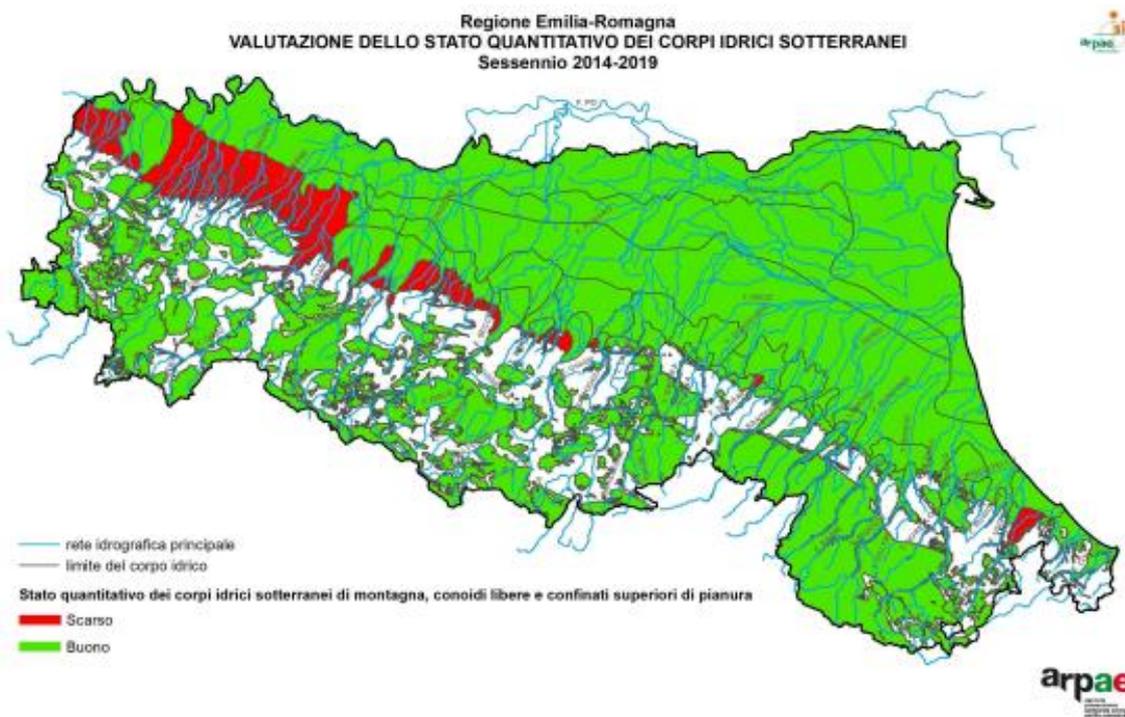


Figura 15: Quadro regionale dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei (2014-19)

fonte: Report regionale "Valutazione dello Stato delle acque sotterranee 2014-2019"

Per i pozzi del sistema freatico e montano, lo stato quantitativo è individuato in classe di buono:

- per i corpi idrici freatici di pianura, per la pressoché assenza di pozzi ad uso industriale, irriguo e civile, e per il rapporto idrogeologico con i corpi idrici superficiali, sia naturali che artificiali, che ne regolano il livello per gran parte dell'anno;
- per i corpi idrici montani, in quanto il prelievo dell'acqua da sorgenti risulta diffuso nei corpi idrici sotterranei e non localizzato; inoltre la captazione avviene in condizioni non forzate.

Inoltre si trovano in stato quantitativo buono al 2019 a livello regionale le pianure alluvionali, gran parte delle conoidi alluvionali appenniniche e i depositi di fondovalle; in stato scarso si trovano alcuni depositi di fondovalle e alcuni corpi idrici di conoide alluvionale appenninica.

In Tabella 10 sono riportati i risultati di dettaglio, per stazione, per il territorio provinciale di Reggio Emilia, dell'indicatore dello stato quantitativo delle acque sotterranee **SQUAS**. Esso tiene conto dei dati di medio-lungo periodo al fine di valutare il trend della piezometria, che se negativo evidenzia un disequilibrio tra ricarica e prelievi. Come per l'intera porzione occidentale, anche a livello locale alcuni corpi idrici di conoide alluvionale mostrano una tendenza dei livelli alla diminuzione nel medio-lungo periodo, determinando uno scadimento dello stato quantitativo a scarso.

Tabella 10: Classificazione dello stato quantitativo dei singoli pozzi al 2019.

| Codice stazione | Nome Corpo idrico sotterraneo | SQUAS al 2013 | SQUAS al 2016 | SQUAS al 2019 |
|-----------------|--|------------------------|---------------|---------------|
| RE01-03 | Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE03-01 | Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE04-00 | Pianura Alluvionale Appenninica – confinato sup. | Buono | Buono | Buono |
| RE06-00 | Pianura Alluvionale Appenninica - confinato sup. | Buono | Buono | Buono |
| RE10-00 | Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE14-01 | Transiz. Pianura Appenn.-Padana -confinato sup. | Buono | Buono | Scarso |
| RE15-00 | Pianura Alluvionale – confinato inferiore | Scarso | Buono | Scarso |
| RE16-01 | Conoide Enza - confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE18-03 | Pianura Alluvionale - confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE19-01 | Pianura Alluvionale Appenninica - confinato sup. | Sostituito con RE19-03 | | |
| RE19-03 | Pianura Alluvionale Appenninica - confinato sup. | | | Scarso |
| RE21-00 | Pianura Alluvionale Appenninica - confinato sup. | Scarso | Scarso | Scarso |
| RE22-00 | Conoide Enza - confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE23-00 | Conoide Enza - confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE23-01 | Conoide Enza - confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE25-00 | Conoide Enza – confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE25-01 | Conoide Enza – confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE26-00 | Conoide Enza – confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE31-00 | Pianura Alluvionale – confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE32-00 | Conoide Enza – libero | Buono | Buono | Buono |
| RE33-00 | Conoide Enza – libero | Buono | Buono | Buono |
| RE34-01 | Pianura Alluvionale Appenninica – confinato sup. | Sostituito con RE34-03 | | |
| RE34-03 | Pianura Alluvionale Appenninica – confinato sup. | | | Buono |
| RE36-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro – confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE37-00 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | Buono | Buono | Buono |
| RE38-03 | Conoide Secchia – confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE39-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro – confinato superiore | Buono | Buono | Scarso |
| RE42-02 | Pianura Alluvionale Appenninica – confinato sup. | Sostituito con 42-03 | | |

| Codice stazione | Nome Corpo idrico sotterraneo | SQUAS al 2013 | SQUAS al 2016 | SQUAS al 2019 |
|------------------------|--|------------------------|------------------------|----------------------|
| RE42-03 | Pianura Alluvionale Appenninica – confinato sup. | | Buono | Scarso |
| RE43-00 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | Buono | Buono | Scarso |
| RE44-00 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | Buono | Buono | Buono |
| RE45-00 | Conoide Secchia – confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE46-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro – confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE46-01 | Conoide Crostolo-Tresinaro – confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE47-00 | Conoide Secchia – confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE48-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro – confinato superiore | Buono | / | |
| RE48-03 | Conoide Tresinaro – libero | dal 2014 | | Scarso |
| RE49-01 | Conoide Secchia – confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE50-00 | Conoide Secchia – libero | Buono | Buono | Buono |
| RE53-02 | Pianura Alluvionale Padana – confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE54-00 | Conoide Enza – libero | Buono | Sostituito con RE54-02 | |
| RE54-02 | Conoide Enza – libero | dal 2015 | | Scarso |
| RE55-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro – confinato inferiore | Scarso | Buono | Scarso |
| RE58-00 | Pianura Alluvionale Padana – confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE60-00 | Pianura Alluvionale Padana – confinato superiore | Buono | Buono | Buono |
| RE68-00 | Pianura Alluvionale – confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE69-00 | Conoide Enza – libero | Buono | / | |
| RE70-00 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | Buono | Buono | Buono |
| RE71-00 | Conoide Enza – libero | Buono | Buono | Buono |
| RE72-02 | Conoide Enza – libero | Buono | Buono | Scarso |
| RE73-01 | Conoide Enza – confinato inferiore | Buono | Buono | Buono |
| RE74-00 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | Buono | Buono | Buono |
| RE76-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro – confinato inferiore | Scarso | Buono | Scarso |
| RE77-00 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | Sostituito con RE77-01 | | |
| RE77-01 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | | Buono | Scarso |
| RE78-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro – confinato superiore | Buono | Buono | Scarso |
| RE79-01 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | Buono | Buono | Scarso |
| RE80-01 | Conoide Tresinaro – libero | Buono | Sostituito con RE80-03 | |
| RE81-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro – confinato superiore | Scarso | Buono | Scarso |
| RE83-00 | Depositi delle vallate appenniniche | | Scarso | Scarso |
| RE90-00 | Conoide Enza - libero | | Buono | Scarso |

Stato chimico

Lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei è elaborato utilizzando la metodologia individuata dal D.Lgs. 30/2009 che prevede il confronto delle concentrazioni medie annue con gli standard di qualità e valori soglia definiti a livello nazionale per diverse sostanze chimiche (tabelle 2 e 3 dell'Allegato 3 del D. Lgs. 30/2009 e modifiche apportate con il Decreto del 6 luglio 2016). Il superamento dei valori di riferimento, anche per un solo parametro, è indicativo del rischio di non raggiungere lo stato buono e può determinare la classificazione del corpo idrico in stato chimico scarso. Qualora ciò interessi solo una parte del volume del corpo idrico sotterraneo, inferiore o uguale al 20%, il corpo idrico può ancora essere classificato in stato chimico buono.

Come già ricordato in precedenza, i valori soglia fissati a livello nazionale su base ecotossicologica, possono essere rivisti a scala di corpo idrico quando il fondo naturale delle acque sotterranee assuma concentrazioni superiori ai valori soglia. Quindi la determinazione dei valori di fondo naturale acquista grande importanza al fine di non effettuare una classificazione errata.

L'indicatore dello stato chimico delle acque sotterranee (**SCAS**) esprime in maniera sintetica la qualità chimica delle acque di falda, a partire dalla determinazione di parametri di base e di quegli altri inquinanti organici e inorganici scelti in relazione all'uso del suolo e alle attività antropiche presenti sul territorio.

In Tabella 11 si riporta la classificazione di dettaglio dello stato chimico, effettuata a livello regionale, con dettaglio per singola stazione provinciale e per singolo anno, dove il colore verde rappresenta lo stato buono, mentre il rosso lo stato scarso. In tabella sono segnalati i parametri critici che hanno superato i valori soglia normativi, determinando lo scadimento dello stato chimico.

Si osserva che tra le sostanze critiche che concorrono alla determinazione dello stato scarso compaiono:

-**solfati**, con limite normativo pari a 250 mg/l, presenti dal 2010, nel pozzo freatico F03-00 (media 2018: 320 mg/l, media 2019: 256 mg/l). Nel pozzo F12-00 non si è osservato superamento negli ultimi 2 anni considerati. Nel pozzo di nuova introduzione RE86-00 sono stati riscontrati superamenti del parametro solfati nel 2016 e nel 2017, non più campionato per difficoltà logistiche (resta la classificazione sessennale scarsa del pozzo);

-**boro**, con limite normativo pari a 1000 ug/l, è stato ritrovato superiore alla soglia nel pozzo F12-00 sull'intero periodo (medie 2018: 1503 ug/l, media 2019: 1754 ug/l); il pozzo RE86-00 che presentava superamenti rilevati nel 2016 e nel 2017 è stato sostituito nel 2018 per difficoltà tecniche di campionamento;

-**nitriti** rilevati sopra lo standard normativo (50 mg/l) nel pozzo freatico F12-00 e nel RE43-00, nel solo 2018 (medie rispettivamente di 52.5 e 51 mg/l); nel pozzo F05-00 non sono stati rilevati superamenti negli anni considerati;

-**ione ammonio** nel pozzo RE90-00 ha superato il limite normativo di 500 ug/l, sia nel 2018 che nel 2019, con concentrazione media annua rispettivamente di 1165 ug/l e di 880 ug/l; inoltre nel 2018 il limite è stato superato nel pozzo REF11-01 con media di 1585 ug/l;

-**triclorometano** è stato rilevato con una concentrazione superiore allo standard normativo (0.15 ug/l) per la prima volta nel 2019 nei pozzi REF03-00 (0.43 ug/l), RE71-00 (0.31 ug/l), RE84-00 (0.31 ug/l) e RE86-01 (0.31 ug/l);

-**singoli fitofarmaci** (0.1 ug/l limite normativo per pesticidi singoli) nel 2019 nel pozzo F03-00 è stato rilevato Metossifenozone con media annua pari a 0.36 ug/l, che ha portato al superamento anche della sommatoria di fitofarmaci (limite normativo di 0.5 ug/l e media pari a 0.64 ug/l).

Tabella 11: Stato chimico dei pozzi al 2019 con segnalazione delle sostanze superanti il limite normativo

| Codice stazione | Nome Corpo idrico sotterraneo | SCAS 2014 | SCAS 2015 | SCAS 2016 | SCAS 2017 | SCAS 2018 | SCAS 2019 | SCAS 2014-2019 |
|-----------------|---|---------------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|---|----------------|
| REM01-01 | Villa Minozzo - Toano - Prignano sul Secchia | | | | | | | |
| REM02-00 | Viano - Rossena | | | | | | | |
| REM03-00 | Marmoreto - Ligonchio | | | | | | | |
| REM04-00 | Ramiseto | | | | | | | |
| REM05-00 | M Prampa - Sologno - Secchio | | | | | | | |
| REM06-00 | M Marmagna - M Cusna - M Cimone - Corno alle Scale - Castiglione dei Pepoli | | | | | | | |
| REM07-00 | M Ventasso - Busana | | | | | | | |
| REM08-00 | M Fuso - Castelnuovo Monti - Carpineti | | | | Inserita nel 2017 | | | |
| RE-F01-00 | Freatico di pianura fluviale | | | | Ammonio | | | |
| RE-F03-00 | Freatico di pianura fluviale | Solfati | Solfati | Solfati | Solfati, Imidacloprid | Solfati | Solfati Triclorometan Σfitofarmaci Metossifenozide | |
| RE-F05-00 | Freatico di pianura fluviale | Nitrati Triclorometano | | Nitrati | Nitrati | | | |
| RE-F11-00 | Freatico di pianura fluviale | Nitrati | Nitrati | Sostituito da RE-F11-01 | | | | |
| RE-F11-01 | Freatico di pianura fluviale | | | | | Ammonio | | |
| RE-F12-00 | Freatico di pianura fluviale | Boro Solfati | Boro Solfati | Boro Solfati | Boro Solfati | Boro Nitrati | Boro | |
| RE01-03 | Pianura Alluv. Padana - confinato superiore | | | | | | | |
| RE04-00 | Pianura Alluv. Appenninica - confinato sup. | | | | | | | |
| RE06-00 | Pianura Alluv. Appenninica - confinato sup. | | | | | | | |
| RE08-01 | Conoide Parma-Baganza - confinato sup | | | | | | | |
| RE09-01 | Pianura Alluv. Padana - confinato superiore | | | | | | | |
| RE12-02 | Pianura Alluv. Padana - confinato superiore | | | | | | | |
| RE14-01 | Transiz. Pianura App.-Padana - confinato sup | | | | | | | |
| RE15-01 | Transiz. Pianura App.-Padana - confinato sup | | | | | | | |
| RE16-01 | Conoide Enza - confinato inferiore | | | | | | | |
| RE17-03 | Pianura Alluv. Appenninica - confinato sup. | | | | | | | |
| RE18-02 | Pianura Alluvionale - confinato inferiore | | | | | | | |
| RE19-03 | Pianura Alluv. Appenninica - confinato sup. | | | | | | | |
| RE20-02 | Pianura Alluv. Appenninica - confinato sup. | | | | | | | |
| RE21-00 | Pianura Alluv. Appenninica - confinato superiore | | | | | | | |
| RE22-01 | Conoide Enza - libero | | Nitriti | | | | | |
| RE23-00 | Conoide Enza - confinato superiore | | | | | | | |
| RE23-01 | Conoide Enza - confinato | | | | | | | |

| Codice stazione | Nome Corpo idrico sotterraneo | SCAS 2014 | SCAS 2015 | SCAS 2016 | SCAS 2017 | SCAS 2018 | SCAS 2019 | SCAS 2014-2019 | |
|-----------------|---|---------------------------|-----------|-----------|----------------|-----------|----------------|----------------|--|
| | inferiore | | | | | | | | |
| RE25-00 | Conoide Enza - confinato inferiore | | | | | | | | |
| RE26-00 | Conoide Enza - confinato inferiore | | | | | | | | |
| RE28-02 | Pianura Alluv. Appenninica - confinato sup. | | | | Terbutilazina | | | | |
| RE29-03 | Pianura Alluv. Appenninica - confinato sup. | | | | | | | | |
| RE31-01 | Pianura Alluv. Appenninica - confinato sup. | | | | | | | | |
| RE32-01 | Conoide Enza - libero | | | | | | | | |
| RE33-02 | Conoide Enza - libero | | | | | | | | |
| RE34-03 | Pianura Alluv. Appenninica - confinato sup. | | | | | | | | |
| RE38-03 | Conoide Secchia - confinato superiore | | | | | | | | |
| RE39-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato sup | | | | | | | | |
| RE43-00 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | | | | | Nitrati | | | |
| RE44-01 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | | | | | | | | |
| RE45-00 | Conoide Secchia - confinato inferiore | | | | | | | | |
| RE46-01 | Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato sup | | | | | | | | |
| RE47-00 | Conoide Secchia - confinato inferiore | | | | | | | | |
| RE48-03 | Conoide Tresinaro - libero | | | | | | | | |
| RE49-01 | Conoide Secchia - confinato superiore | | | | | | | | |
| RE50-00 | Conoide Secchia - libero | | | | | | | | |
| RE53-02 | Pianura Alluvionale Padana - confinato sup | | | | | | | | |
| RE54-02 | Conoide Enza - libero | | | | | | | | |
| RE55-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato inf | | | | | | | | |
| RE58-00 | Pianura Alluv. Padana - confinato superiore | | | Nichel | | | | | |
| RE60-00 | Pianura Alluv. Padana - confinato superiore | | | | | | | | |
| RE64-00 | Pianura Alluv. Padana - confinato superiore | | | | | | | | |
| RE65-00 | Pianura Alluv. Padana - confinato superiore | | | | | | | | |
| RE68-00 | Pianura Alluvionale - confinato inferiore | | | | | | | | |
| RE69-00 | Conoide Enza - libero | Sostituito con RE54-02 | | | | | | | |
| RE70-00 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | | | | | | | | |
| RE71-00 | Conoide Enza - libero | | | | | | Triclorometano | | |
| RE72-02 | Conoide Enza - libero | | | | Triclorometano | | | | |
| RE73-01 | Conoide Enza - confinato inferiore | | | | | | | | |
| RE75-00 | Conoide Crostolo-libero | Nitrati Triclorometano | Nitrati | Nitrati | | | | | |
| RE77-01 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | | | | | | | | |

| Codice stazione | Nome Corpo idrico sotterraneo | SCAS 2014 | SCAS 2015 | SCAS 2016 | SCAS 2017 | SCAS 2018 | SCAS 2019 | SCAS 2014-2019 |
|-----------------|---|---------------------------|-----------|----------------------|----------------------|-----------|----------------|----------------|
| RE78-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato sup | Nitrati | Nitrati | | | | | |
| RE79-01 | Conoidi montane e Sabbie gialle occidentali | | | | | | | |
| RE80-00 | Conoide Secchia - confinato superiore | | | | | | | |
| RE81-00 | Conoide Crostolo-Tresinaro - confinato sup | | | | | | | |
| RE83-00 | Depositi delle vallate appenniniche | | | | | | | |
| RE84-00 | Conoide Tresinaro - libero | Inserito in rete nel 2016 | | | | | Triclorometano | |
| RE85-00 | Conoide Crostolo - libero | Inserito in rete nel 2016 | | | | | | |
| RE86-00 | Depositi vallate App. Secchia | Inserito in rete nel 2016 | | Boro Solfati Nitrati | Boro Solfati Nitrati | | | |
| RE86-01 | Depositi vallate App. Secchia | | | | | | Triclorometano | |
| RE90-00 | Conoide Crostolo - libero | Ammonio | | Ammonio | Ammonio | Ammonio | Ammonio | |

Legenda Buono Scarso

A partire dai risultati ottenuti per singola stazione viene poi elaborato lo stato chimico per i rispettivi corpi idrici sotterranei. Per i corpi idrici che nel sessennio non dispongono di misure, lo stato chimico è attribuito per raggruppamento con i corpi limitrofi omogenei tenendo conto della tipologia, delle caratteristiche e delle pressioni antropiche che vi insistono. Una descrizione dettagliata della classificazione e dei risultati sono presentati nel report regionale "Valutazione dello Stato delle acque sotterranee 2014-2019" deliberato con DGR 2293/2021, di cui si riporta un estratto del quadro conoscitivo (Figura 16).

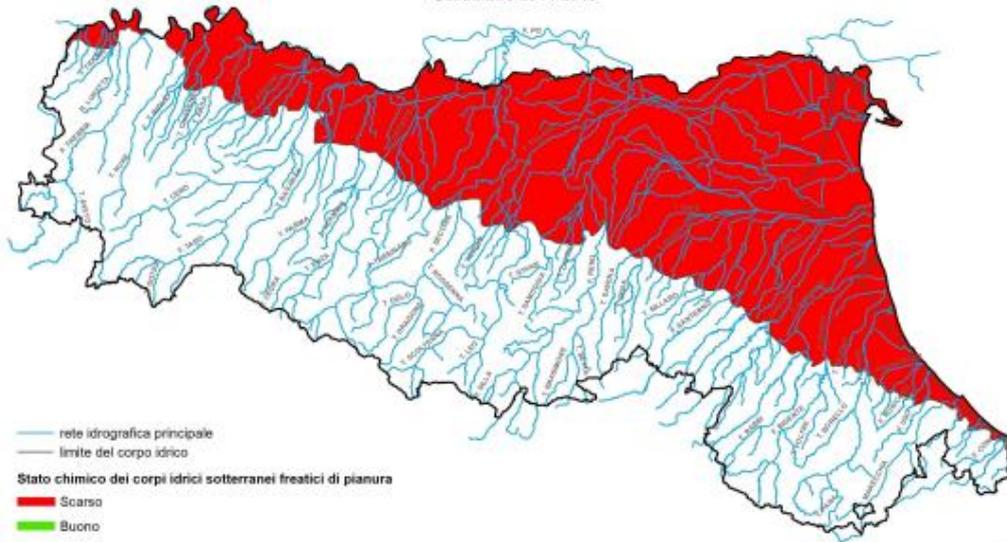
Nel contesto regionale, si può osservare che i corpi freatici, caratterizzati dall'assenza di confinamento idrogeologico, risultano molto vulnerabili alle numerose pressioni antropiche presenti in pianura, dove i principali impatti sono determinati dalla presenza di nitrati e fitofarmaci, le cui concentrazioni medie annue non permettono di raggiungere lo stato buono.

Le criticità riscontrate in alcune conoidi alluvionali appenniniche, in particolare le porzioni confinate superiori e in alcuni casi le porzioni confinate inferiori, sono imputabili prevalentemente alla presenza di nitrati e composti organoalogenati: i primi derivanti prevalentemente da attività agricole e zootecniche, mentre i secondi da attività antropiche, attuali o pregresse, di tipo civile e industriale, svolte nell'ambito della fascia collinare e di alta-pianura corrispondente alla zona con maggiore urbanizzazione. La permanenza di queste sostanze in questo contesto territoriale, caratterizzato da numerosi prelievi idrici, può compromettere nel tempo gli usi pregiati della risorsa idrica sotterranea.

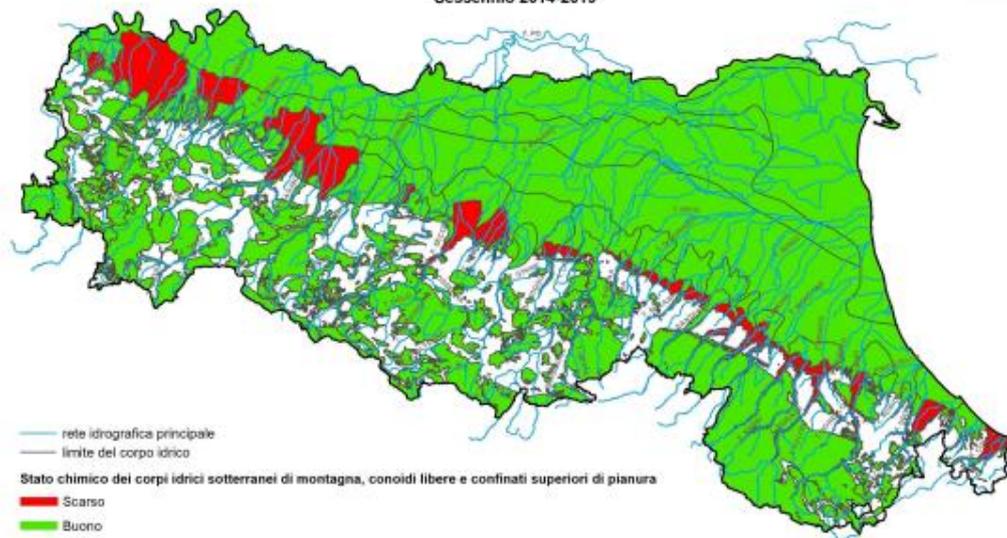
Lo stato chimico dei corpi idrici montani, monitorati nel 2011, 2014 e 2017 risulta in stato buono.

I corpi idrici profondi (confinati inferiori di pianura), a parte alcune porzioni profonde e confinate di conoide, risultano in stato chimico buono, seppure le caratteristiche delle acque possano non renderle idonee per usi pregiati per via della presenza naturale di composti di azoto, arsenico, boro e cloruri che sono naturalmente presenti negli acquiferi e per i quali sono stati determinati i rispettivi valori di fondo naturale.

Regione Emilia-Romagna
VALUTAZIONE DELLO STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI
 Sessennio 2014-2019



Regione Emilia-Romagna
VALUTAZIONE DELLO STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI
 Sessennio 2014-2019



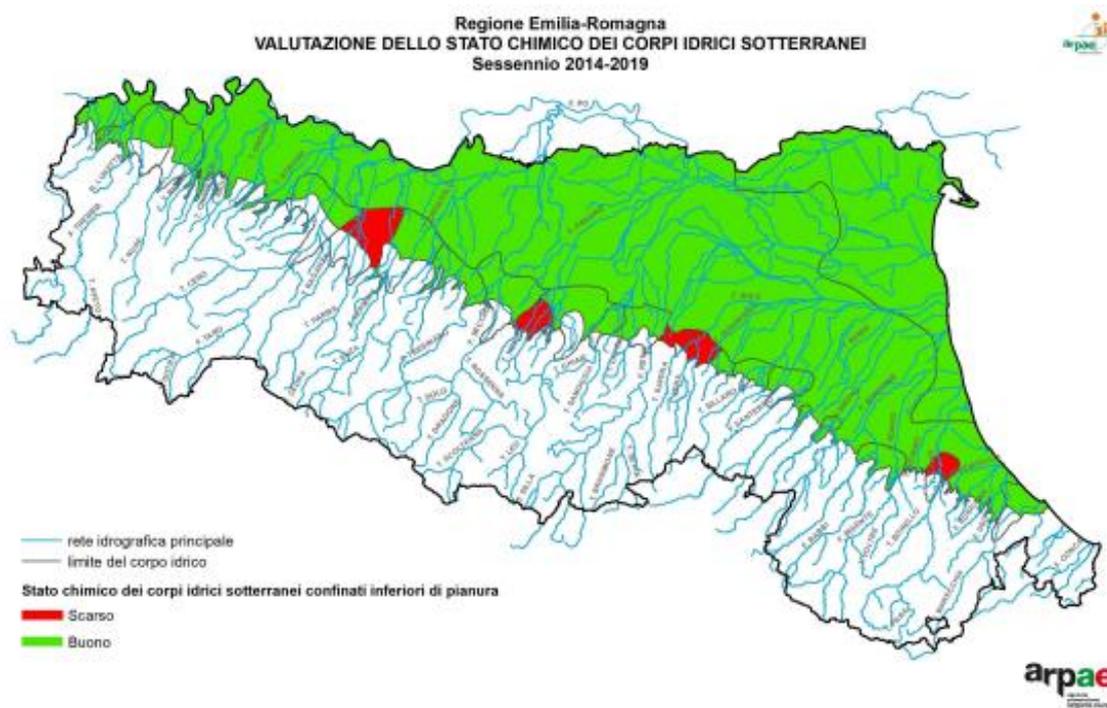


Figura 16: Quadro regionale dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei (2014-19).

fonte: Report regionale "Valutazione dello Stato delle acque sotterranee 2014-2019"

Bibliografia

- Direttiva **2000/60/CE**, "Water Framework Directive (WFD). Directive of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy", OJ L327, 22 Dec 2000
- Direttiva **2006/118/CE**, "GroundWater Daughter Directive (GWDD). Directive of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration", OJ L372, 27 Dec 2006
- Direttiva **2014/80/UE**, "che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento". OJ L182/55, 21 Jun 2014
- Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile **2006**, "Norme in materia ambientale". Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006
- Decreto Legislativo n. 30 del 16 marzo **2009**, "Attuazione della Direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento". Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 79 del 4 aprile 2009
- Decreto n. 260 del 8 novembre **2010**, "Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo". Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 30 del 7 febbraio 2011
- Decreto Ministeriale del 6 luglio **2016**, "Recepimento della direttiva 2014/80/UE della Commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento". Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 165 del 16 luglio 2016
- Delibera di Giunta della Regione Emilia-Romagna 1781/**2015**, "Aggiornamento del quadro conoscitivo di riferimento (carichi inquinanti, bilanci idrici e stato delle acque) ai fini del riesame dei piani di gestione distrettuali 2015-2021"
- Delibera di Giunta della Regione Emilia-Romagna 2067/**2015**, "Attuazione della Direttiva 2000/60/CE: contributo della Regione Emilia-Romagna ai fini dell'aggiornamento/riesame dei Piani di Gestione Distrettuali 2015-2021"
- Arpa, **2013**. "Report sullo stato delle acque sotterranee. Triennio 2010-2012". A cura di Donatella Ferri e Marco Marcaccio, CTR Sistemi Idrici
<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/acqua/report-bollettini/acque-sotterranee/la-qualita-dei-corpi-idrici-sotterranei-dellemilia-romagna/view>
- Arpa, **2015**. "Valutazione dello Stato delle acque sotterranee 2010-2013". A cura di Donatella Ferri e Marco Marcaccio, CTR Sistemi Idrici
<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/acqua/report-bollettini/acque-sotterranee/la-valutazione-dello-stato-delle-acque-sotterranee-dellemilia-romagna/view>
- Arpa Emilia Romagna, **2021**. "Valutazione dello Stato delle acque sotterranee 2014-2019". A cura di Marco Marcaccio e Daniela Lucchini, CTR Sistemi Idrici-Direzione Tecnica ARPAE Emilia-Romagna.
<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/acqua/report-bollettini/acque-sotterranee/report-acque-sotterranee-er-2014-2019/view>
- ISPRA, **2017**. "Criteri tecnici per l'analisi dello stato quantitativo e il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei". Manuali e Linee Guida 157/2017, Ispra, ISBN 978-88-448-0837-2

- ISPRA, **2017**. "Linee guida recanti la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo per i corpi idrici sotterranei". Manuali e Linee Guida 155/2017, Ispra, ISBN 978-88-448-0830-3
- SNPA, **2018**. "Linea guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee". Linee guida SNPA 8/2018 (ex Manuali e Linee Guida Ispra 174/2018), Ispra, ISBN 978-88-448-0880-8