

LA QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN PROVINCIA DI MODENA

**REPORT
2016**

Arpae
Sezione di Modena



LA QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE IN PROVINCIA DI MODENA

Anno 2016

Coordinamento:

Daniela Sesti

Responsabile Servizio Sistemi Ambientali

Anna Maria Manzieri

Area monitoraggio/valutazione acque - Servizio Sistemi Ambientali
– Arpae Sezione di Modena

A cura di

Area monitoraggio/valutazione acque - Servizio Sistemi Ambientali – Arpae Sezione di Modena

Anna Maria Manzieri, Paola Bonini, Paola Resca, Daniela Corradini, Annalisa Gorrieri

Indice

Premessa	5
Capitolo 1: Inquadramento alle problematiche della matrice acque	5
L'implementazione della Direttiva 2000/60/CE e 2006/118/CE	5
Aspetti idrogeologici della pianura modenese	8
Corpi idrici sotterranei della provincia modenese	11
Il monitoraggio delle acque sotterranee	14
Monitoraggio quantitativo	15
Monitoraggio chimico	15
Profili analitici del monitoraggio chimico	16
La rete di monitoraggio nella provincia di Modena	19
Capitolo 2: I principali fattori di pressione e criticità presenti sul territorio	25
Capitolo 3: Che cosa sta succedendo	27
Monitoraggio quantitativo	27
Monitoraggio qualitativo	29
Valutazione dei corpi idrici sotterranei	34
Stato quantitativo (SQUAS)	34
Stato qualitativo (SCAS)	37
Concentrazione di nitrati	40
Organo-alogenati	41
Fitofarmaci	42
Bibliografia	44

Allegato 1 – Analisi cartografiche dei dati anno 2016

Allegato 2 - Dati rete acque sotterranee 2016

Premessa

Il monitoraggio delle acque sotterranee in provincia di Modena, così come nel restante territorio regionale, è attivo dal 1976 per gli aspetti quantitativi e dal 1987 per quelli qualitativi. Nel 2010 sono stati adeguati i criteri di monitoraggio, sulla base di quanto enunciato dalle Direttive Europee 2000/60/CE e 2006/118/CE che prevedono, come obiettivo ambientale per i corpi idrici sotterranei, oggetto del monitoraggio ambientale, il raggiungimento dello stato "buono" al 22 dicembre 2015. Lo stato complessivo di ciascun corpo idrico sotterraneo è definito dall'integrazione dello stato chimico con quello quantitativo.

Nella definizione dei corpi idrici, oltre alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche (acquiferi liberi e confinati), risulta fondamentale la conoscenza delle pressioni antropiche che insistono sul territorio che possono influenzare lo stato quali-quantitativo delle acque sotterranee. La conoscenza dei potenziali impatti e la loro entità sono elementi conoscitivi fondamentali per determinare il raggiungimento o meno degli obiettivi di buono stato sia chimico che quantitativo dei corpi idrici indagati.

Il Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30, emanato in *"Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento"*, definisce i criteri per individuare e delimitare i nuovi corpi idrici sotterranei. Sono stati individuati e caratterizzati i nuovi corpi idrici sotterranei partendo dai complessi idrogeologici per arrivare agli acquiferi, tenendo conto dell'omogeneità dello stato chimico e quantitativo oltre che degli impatti determinati dalle pressioni antropiche.

Il presente report illustra i risultati dei monitoraggi realizzati nel 2016, con l'intento di implementare il quadro conoscitivo delle acque sotterranee, oltre che verificare le politiche e le azioni messe in atto, finalizzate al raggiungimento degli obiettivi quali-quantitativi previsti dalla normativa vigente.

Capitolo 1: Inquadramento alle problematiche della matrice acque

L'implementazione della Direttiva 2000/60/CE, 2006/118/CE e Direttiva 2014/80/UE

In Italia, le Direttive sono state recepite dal D.Lgs. 30/2009, che ha a sua volta modificato il Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 152/2006). Con l'emanazione della Direttiva 2014/80/UE, anche il D.Lgs. 30/2009 è stato a sua volta modificato, nella tabella 3 dell'Allegato 3 del decreto. A seguito del primo ciclo di monitoraggio 2010-2015, l'assetto dei controlli è stato in parte revisionato prevedendo:

- riconfigurazione dei corpi idrici sotterranei che coprono l'intero territorio regionale;
- nuovi programmi di monitoraggio che riguardano il periodo 2016 – 2021
- aggiornamento dei protocolli analitici;
- aggiornamento dei limiti normativi.

Al fine di raggiungere nel più breve tempo possibile l'obiettivo normativo, visto che i corpi idrici sotterranei sono in generale caratterizzati da una elevata inerzia alle modifiche di stato o alla inversione delle tendenze significative e durature all'aumento delle concentrazioni di inquinanti (punto 28 delle premesse alla Direttiva 2000/60/CE, *"... per garantire un buono stato delle acque sotterranee è necessario un intervento tempestivo e una programmazione stabile sul lungo periodo delle misure di protezione"*), la normativa vigente, oltre a definire 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, specifica:

- gli standard di qualità per alcuni parametri e valori soglia per altri parametri, necessari alla valutazione del buono stato chimico delle acque sotterranee;
- le modalità per la definizione dei programmi di monitoraggio quali-quantitativo;
- i criteri per la classificazione dello stato quantitativo;
- i criteri per individuare e per invertire le tendenze significative e durature all'aumento dell'inquinamento, oltre che per determinare i punti di partenza per dette inversioni di tendenza.

L'unità base di valutazione dello stato quali-quantitativo della risorsa idrica, secondo quanto previsto dalla Direttiva, è quindi il corpo idrico sotterraneo: un volume distinto di acque sotterranee contenute da una o più falde acquifere, con caratteristiche omogenee sia dal punto di vista qualitativo sia quantitativo. Ogni corpo idrico deve pertanto essere caratterizzato attraverso un'analisi dettagliata delle pressioni che su di esso insistono e del suo stato di qualità, al fine di valutare il rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti.

Per potere definire la nuova rete di monitoraggio e per classificare lo stato dei corpi idrici è stato definito un quadro di riferimento tecnico che ha comportato:

- l'identificazione e la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei effettuata partendo dai complessi idrogeologici definiti a scala nazionale, da cui si sono identificati gli acquiferi, tenendo conto di criteri di quantità o flusso significativi di acqua e delimitando, infine, i corpi idrici sulla base di confini idrogeologici o differenze nello stato di qualità e delle pressioni;
- l'attribuzione a ogni corpo idrico della classe di rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla normativa.

Sono stati rivisti gli accorpamenti di corpi idrici e sono stati scelti i siti rappresentativi a definire la qualità degli stessi. Sulla base di tale quadro, è stato quindi possibile rivedere la rete regionale delle acque sotterranee ed avviare i nuovi programmi di monitoraggio.

La Regione Emilia-Romagna, con D.G.R. 350/2010, ha approvato i nuovi corpi idrici sotterranei, la rete e il programma di monitoraggio ambientale per il periodo 2010 – 2015, aggiornato successivamente per il periodo 2016-2021.

Rispetto a quanto definito nel primo ciclo di controlli della falda, oltre alla individuazione dei *corpi idrici montani* e dei *corpi idrici freatici di pianura* (questi ultimi contenuti entro i 10-15 metri di profondità), e la distinzione in profondità dei corpi idrici sovrapposti sulla verticale (*confinati superiori* e *confinati inferiori*), sono state introdotti nuovi corpi idrici definiti *Depositi delle vallate appenniniche*.

Il monitoraggio delle acque di falda, oltre a coprire l'intero territorio regionale, è in grado di distinguere lo stato ambientale delle acque sotterranee in relazione alla profondità.

Le frequenze di campionamento sono stabilite in funzione del rischio di non raggiungere lo stato di buono, dalla vulnerabilità alle pressioni antropiche e dalla tipologia di flusso delle acque sotterranee che determina i tempi di rinnovamento della risorsa.

Nel corso dell'anno 2015 la Regione Emilia-Romagna ha aggiornato il quadro conoscitivo ambientale, ha valutato le misure di risanamento necessarie, revisionando i corpi idrici sotterranei, che a seguito delle evidenze del monitoraggio effettuato, sono passati da 145 a 135.

Sono state inoltre aggiornate le reti di monitoraggio al fine di contribuire, in stretto coordinamento con le Autorità di Distretto Idrografico competenti, alla redazione del secondo PdG che ha validità 2015-2021.

La documentazione prodotta, formalmente deliberata con le Delibere di Giunta Regionale n. 1781 e n. 2067 del 2015, comprendono: il quadro conoscitivo ambientale aggiornato, lo stato dei nuovi corpi idrici aggiornato al 2013, lo stato di rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità e le misure di risanamento utili al miglioramento: misure da attuare nel sessennio 2015-2021.

Nel secondo PdG del Distretto Padano, che con Legge n. 221 del 28 dicembre 2015 ha modificato l'assetto territoriale per i Distretti idrografici ed ha portato il territorio dell'Emilia-Romagna a ricadere interamente nel Distretto Padano, sono stati sfasati e anticipati di due anni i periodi di monitoraggio rispetto ai cicli di gestione dei PdG. Ciò al fine di permettere l'elaborazione del terzo PdG con un sessennio di monitoraggio definito nel periodo 2014-2019, a seguito del quale si potrà avere la classificazione per la pianificazione 2021-2027.

Diverse sono le sostanze indesiderate o inquinanti presenti nelle acque sotterranee che possono compromettere gli usi pregiati della risorsa idrica, come ad esempio quello potabile, ma non per questo tutte le sostanze indesiderate sono sempre riconducibili ad un'origine antropica. Esistono, infatti, molte sostanze ed elementi chimici, che si trovano naturalmente negli acquiferi, la cui origine geologica non può essere considerata causa di impatti antropici sulla risorsa idrica sotterranea. Ad esempio, in acquiferi profondi e confinati di pianura si possono naturalmente riscontrare metalli come ferro, manganese, arsenico, oppure altre sostanze tra le quali lo ione ammonio, anche in concentrazioni molto elevate, per effetto della degradazione anaerobica della sostanza organica sepolta (torbe).

In questi contesti, anche la presenza di cloruri (salinizzazione delle acque) può essere riconducibile alla presenza di acque "fossili" di origine marina. Anche i metalli come il cromo esavalente possono essere di origine naturale in contesti geologici di metamorfismo sia nella zona alpina che appenninica, oppure nelle zone dove sono presenti le ofioliti (pietre verdi). Pertanto, una corretta definizione dei valori di fondo naturale di queste sostanze è fondamentale per una corretta individuazione degli impatti antropici e delle corrette azioni da intraprendere per ripristinare la qualità delle acque sotterranee fino alle situazioni naturalmente presenti negli acquiferi (Delibera di Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n. 1781/2015).

E' invece indicativa di impatto antropico di tipo chimico, quindi non riconducibile a contributi di origine naturale, la presenza di fitofarmaci usati in agricoltura, microinquinanti organici e sostanze clorate utilizzate prevalentemente in attività industriali, nitrati con concentrazioni medio-alte, derivanti dall'uso di fertilizzanti chimici in agricoltura o dall'utilizzo di reflui zootecnici, cloruri derivanti da intrusione salina.

Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei deriva dalle misure di livello delle falde, che rappresenta la sommatoria nel tempo degli effetti antropici e naturali sul sistema idrico sotterraneo in termini quantitativi, ovvero prelievo di acque e ricarica naturale delle falde medesime.

Se i prelievi non vengono correttamente commisurati nel tempo alle portate di acqua che, naturalmente, nei periodi piovosi ricaricano la falda stessa, non sono sostenibili nel medio-lungo termine e portano al peggioramento dello stato quantitativo dei corpi idrici, che viene evidenziato da un abbassamento della piezometria nel tempo. Ciò può essere causa di criticità ambientali dovute al sovrasfruttamento, con conseguente abbassamento delle falde e possibile innesco/aumento della subsidenza, ovvero dell'abbassamento della superficie topografica oltre le velocità naturali. Il monitoraggio quantitativo manuale, effettuato con frequenza semestrale, viene integrato da un monitoraggio ad alta frequenza – orario – tramite strumentazione automatica installata su 40 stazioni a livello regionale (rete automatica della piezometria), di cui 4 in territorio modenese, al fine di avere informazioni di dettaglio sulle oscillazioni di livello delle falde e ottenere informazioni in tempo reale anche nei periodi dell'anno critici per la siccità, in genere quello estivo e tardo autunnale.

Aspetti idrogeologici della pianura modenese

La pianura modenese si sviluppa ai piedi dell'Appennino settentrionale, delimitata lateralmente dai fiumi Secchia e Panaro. L'apice si raccorda con il solco vallivo intercollinare a quote comprese fra 120 e 150 metri, in cui affiorano le successioni argillose del ciclo plio-pleistocenico che in pianura rappresentano il substrato delle alluvioni pleistoceniche superiori e oloceniche costituenti la pianura e la sede dell'acquifero principale.

Il passaggio tra la sedimentazione marina e quella continentale è contraddistinto da depositi di transizione, quali sabbie e ghiaie di ambiente litorale e da peliti sabbiose e ghiaie di delta.

Poiché il ritiro delle acque dell'antico golfo padano è avvenuto con movimenti alterni causati sia dalle glaciazioni che dai movimenti tettonici succedutesi nel Quaternario e che hanno determinato sollevamenti della catena appenninica e subsidenza nella pianura, la deposizione dei sedimenti è costituita da depositi marini alternati a continentali.

Procedendo in direzione del fronte delle conoidi, individuabile all'altezza della via Emilia, il materiale più grossolano si intercala a peliti sempre più potenti con una graduale transizione verso i sedimenti più fini. Le peliti sono riconducibili sia al sistema deposizionale della conoide stessa che al sistema di sedimentazione della piana alluvionale, che si sviluppa sia al fronte che ai lati delle conoidi stesse. E' da segnalare inoltre come le conoidi più recenti, collocabili posteriormente al Neolitico, si presentano asimmetriche rispetto l'attuale corso dei corpi idrici, poiché questi ultimi sono migrati nel tempo verso occidente.

La conoide del fiume Secchia, con apice presso Sassuolo, è lunga circa 20 km ed ha una larghezza massima di 14 km con pendenze dallo 0,7% allo 0,3% nella parte terminale; la conoide del fiume Panaro dall'area apicale di Marano-Vignola, si sviluppa longitudinalmente per 15 km e presenta una larghezza al fronte di 8 km, la pendenza è pressoché coincidente all'altra unità idrogeologica.

Collocate fra le conoidi dei due corpi idrici principali, si individuano le conoidi della rete idrografica minore: torrente Fossa di Spezzano, torrente Tiepido, torrente Guerro, torrente Nizzola, torrente Grizzaga, con contenuti ridotti di ghiaie, intercalate da abbondanti matrici limose che condizionano sensibilmente la trasmissività dell'acquifero.

Oltre il fronte delle conoidi abbiamo la piana alluvionale delimitata a nord dal fiume Po. E' caratterizzata da depositi fini o finissimi costituiti da limi e argille, con cordoni sabbiosi disposti parallelamente ai corsi d'acqua, mentre in prossimità del Po le alluvioni si presentano a granulometria grossolana, essendo dovute agli apporti prevalenti del fiume stesso.

Idrogeologicamente sono pertanto riconoscibili cinque unità differenziate: conoide del fiume Secchia, conoide del fiume Panaro, conoidi dei torrenti minori (torrente Tiepido), piana alluvionale appenninica e piana alluvionale padana o deltizia di dominio alluvionale del fiume Po.

L'alimentazione degli acquiferi avviene principalmente per penetrazione di acque meteoriche dalla superficie, in corrispondenza dell'affioramento di terreni permeabili o per infiltrazione di acque fluviali dai subalvei; in subordine avviene uno scambio di acque tra diversi livelli acquiferi, tra di loro separati da strati di terreni semipermeabili, per fenomeni di drenanza con le unità idrogeologiche confinanti.

Il sistema acquifero principale si può definire di tipo monostrato a falda libera in prossimità del margine appenninico, che diviene compartimentato con falde in pressione procedendo verso nord.

Le parti apicali delle conoidi principali, conseguentemente alla tipologia della loro composizione litologica, sono caratterizzate da elevata vulnerabilità all'inquinamento, ma nel contempo l'alimentazione dell'acquifero da parte delle acque superficiali è tale da attenuare la permeazione dei carichi inquinanti, conferendo caratteristiche di buona qualità alle acque di falda che riproducono la facies idrochimica delle acque di alimentazione.

Nel corpo centrale delle conoidi la prima falda è generalmente separata dalla superficie e da quella più profonda da un alternanza di depositi a granulometria fine quali argille, limi e sabbie fini. La compartimentazione dell'acquifero in un sistema multistrato porta ad una differenziazione fra le parti inferiori e superiori dell'acquifero superficiale. Gli acquitardi comunque, anche se spessi 20-25 metri, non riescono ad assicurare una totale protezione dall'inquinamento antropico, ma solo una parziale attenuazione, anche in relazione alla grande densità dei pozzi che favorisce la interconnessione delle falde. In questa area, pur gravata da numerosi e rilevanti centri di pericolo causa l'elevata pressione antropica, stante l'elevato spessore degli acquiferi e la naturale protezione, sono localizzati i maggiori e strategici prelievi di acque sotterranee dell'intera provincia.

Le conoidi dei torrenti minori si caratterizzano per la presenza di acquiferi di modesta entità e, a seguito della limitata circolazione idrica e dell'elevata pressione antropica generata da numerose fonti inquinanti sia diffuse che puntuali, presentano una scadente qualità delle acque.

Oltre il fronte delle conoidi all'altezza della via Emilia, fino alla direttrice Novellara-Finale Emilia, gli acquiferi sono molto profondi e scarsamente alimentati dalla superficie topografica, causa la ridotta presenza di litotipi permeabili. Conseguentemente le acque sotterranee sono caratterizzate da un potenziale ossidoriduttivo negativo che comporta la conversione delle forme ossidate, quali i Solfati ed i Nitrati, in forme ridotte. Si innescano inoltre processi di dissoluzione e deassorbimento con significative mobilitazioni delle forme ossidate del Ferro e Manganese allo stato ridotto. Questi acquiferi sono ulteriormente caratterizzati da un elevato contenuto in materia organica e di altri ioni riconducibili alla matrice argillosa fra i quali Fluoro, Boro, Zinco e Arsenico.

Infine gli acquiferi della bassa pianura dalla direttrice Novellara-Finale Emilia al fiume Po sono costituiti da falde in depositi sabbiosi e ghiaiosi dello stesso fiume Po. In questo areale, per la presenza della struttura sinclinale sepolta della "Dorsale Ferrarese", il substrato marino pre-pleistocenico è a soli 80 metri dal piano campagna condizionando fortemente la facies delle acque sotterranee per la risalita delle acque salate marine. Si riscontrano pertanto acque salate del fondo accanto a acque dolci di alimentazione dal fiume Po, tali da rendere quanto mai problematica la ricerca e lo sfruttamento della risorsa idrica. In questa area è frequente lo sfruttamento degli acquiferi sospesi di tipo freatico, completamente separati dall'acquifero principale e caratterizzati da acque di scadente qualità.

Lo studio geologico del sottosuolo della pianura emiliano romagnola, a cura del Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna in collaborazione con AGIP, ha portato alla realizzazione del volume "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna" (RER & ENI AGIP 1998) con la definizione dello schema stratigrafico (Figura 1). Alle unità stratigrafiche individuate corrispondono altrettante unità idrostratigrafiche denominate Gruppi Acquiferi Principali A, B e C, sedi degli acquiferi utili e a loro volta suddivisi in 13 unità idrostratigrafiche inferiori denominate complessi acquiferi.

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE					ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE										
AFFIORANTI		SEPOLTE					GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO									
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	DILUVIUM p.p.	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	FORMAZIONE DI OLMATELLO	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA' DI SOLA	SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITA' DI BORGO PANIGALE	ORIZZONTE DI FOSSOLO	UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	~0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	0.125	A	A0
																	A1
																	A2
																	A3
																	A4
QUATERNARIO MARINO	MILAZZIANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 2	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 1	P2	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE	~0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO	B	B1	
																B2	
																B3	
																B4	
																C1	
																C2	
																C3	
																C4	
																C5	
																P2	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.

Figura 1 - Schema stratigrafico del margine appenninico e della pianura emiliano – romagnola.

Si riportano i dettagli relativi alle sezioni geologiche fornite dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli RER riferite alle conoidi alluvionali appenniniche del Fiume Panaro e Fiume Secchia (Figura 2 e Figura 3).

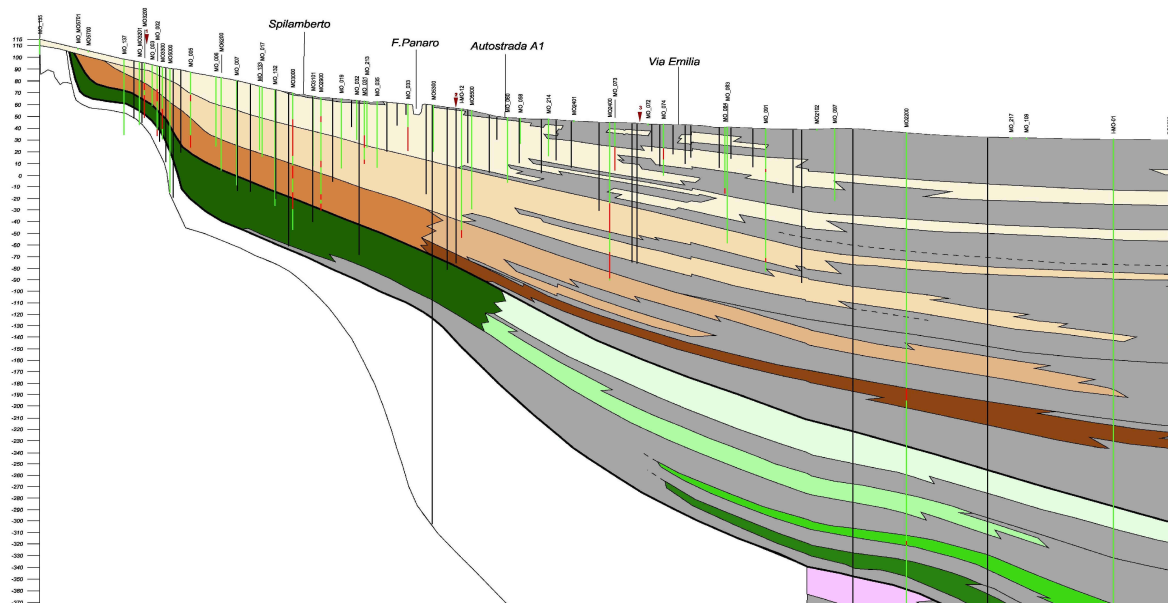


Figura 2 – Sezione geologica fiume Panaro.

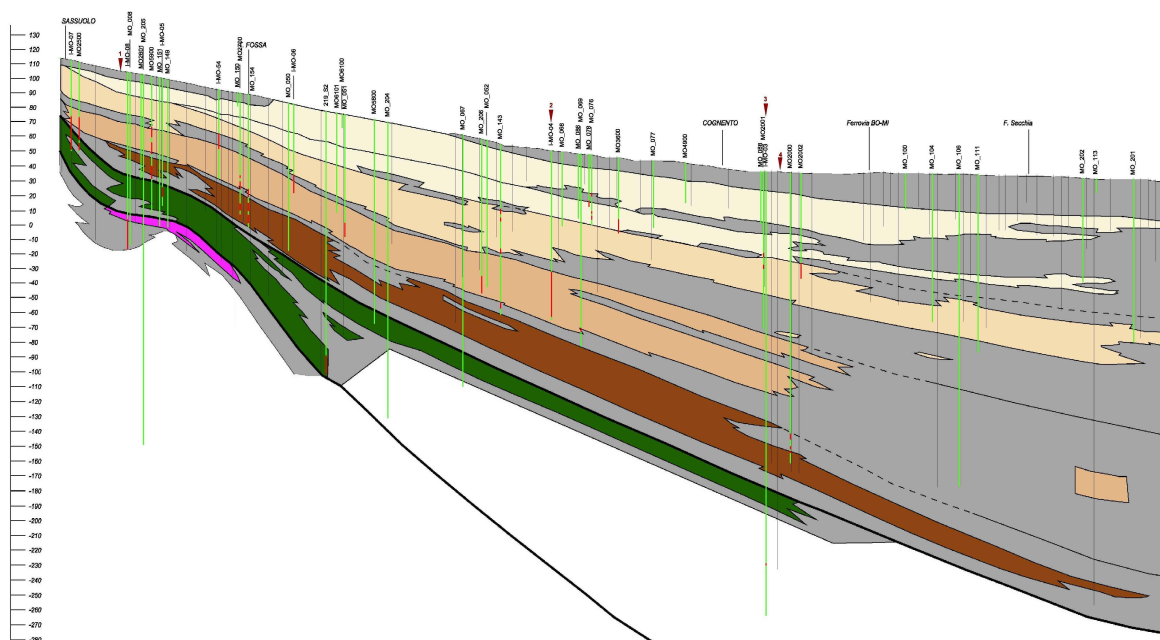


Figura 3– Sezione geologica fiume Secchia.

Corpi idrici sotterranei della provincia modenese

Nel territorio provinciale sono presenti i seguenti complessi idrogeologici:

- alluvioni delle depressioni quaternarie (DQ) costituiti dall'acquifero freatico di pianura, dalle conoidi alluvionali e dalle piane alluvionali appenniniche e padane. In questo caso sono stati individuati diverse tipologie di acquifero, distinguendo gli acquiferi liberi da quelli confinati, e per questi ultimi si è fatta una distinzione sulla verticale tra un gruppo definito confinato superiore da un altro gruppo definito confinato inferiore.
- formazioni detritiche degli altipiani plio-quaternarie (DET) rappresentati dalle conoidi montane e dalle spiagge appenniniche, dalla formazione "sabbie gialle", che testimoniano le conoidi alluvionali antiche incorporate nel sollevamento della catena appenninica;
- alluvioni vallive (AV) rappresentate dai depositi alluvionali presenti nelle vallate appenniniche nella porzione montana del territorio;
- acquiferi locali (LOC) cioè complessi ubicati nella porzione montana del territorio (corpi idrici montani).

Alla luce di queste valutazioni, nell'individuare i corpi idrici sotterranei ai sensi delle citate direttive, si è scelto di suddividere l'acquifero verticalmente, considerando una porzione superiore data dall'insieme dei primi due complessi acquiferi (A1 ed A2) ed una inferiore e sottostante che raggruppa tutti gli altri complessi e gruppi acquiferi (complessi acquiferi A3 e A4, gruppo Acquifero B e C). Questa suddivisione verticale è motivata da una diversa pressione antropica sulle due porzioni individuate ed assume anche un preciso significato geologico. Le unità A1 ed A2 riflettono infatti l'evoluzione del sistema catena-pianura in modo differente rispetto alle unità sottostanti, specie per quel che riguarda gli aspetti paleogeografici.

A loro volta le due distinte porzioni si articolano in diversi corpi idrici: conoidi alluvionali, pianura alluvionale appenninica, pianura alluvionale e deltizia padana. La porzione di acquifero libero delle conoidi alluvionali e le

conoidi alluvionali antiche, incorporate nel sollevamento della catena (conoidi pedemontane o montane) associate alle formazioni sabbie gialle, costituiscono invece dei corpi idrici a se stanti.

In questo modo i corpi idrici sotterranei di pianura, ai sensi delle nuove direttive europee, assumono una definizione anche tridimensionale e completano, soprattutto per la zona delle conoidi alluvionali, l'individuazione della porzione di acquifero libero dal confinato, cosa che nel Piano di Tutela delle Acque era puramente indicativa, non prevedendo una suddivisione verticale dei corpi idrici. La distinzione tra acquifero libero e confinato è importante in quanto segna una diversa produttività dell'acquifero e una diversificazione della qualità dell'acqua che evolve verso condizioni più riducenti procedendo dalla zona apicale di conoide verso quella distale. Risulta quindi evidente che la zona apicale di conoide, sede di acquifero libero, è più vulnerabile all'infiltrazione di sostanze contaminanti. Le due porzioni di conoide, acquifero libero e confinato, presentano infatti una struttura geologica diversa la cui delimitazione nella terza dimensione è rappresentata da una superficie immergente verso monte con la profondità, le cui pendenze sono diverse a seconda del contesto geologico, che determina con l'aumentare della profondità una riduzione del volume di corpo idrico considerato come libero.

Contestualmente anche il limite della conoide alluvionale tende ad indietreggiare verso monte con l'aumentare della profondità, lasciando spazio alla piana alluvionale.

Sulla base delle complesse informazioni sopraindicate, sul territorio modenese sono stati individuati e cartografati, raggruppandoli per tipologia di acquifero, i seguenti corpi idrici sotterranei:

- freatico di pianura (Figura 4),
- conoidi alluvionali appenniniche-acquifero libero, acquiferi confinati superiori, acquiferi montani, depositi delle vallate appenniniche (Figura 5)
- acquiferi confinati inferiori (Figura 6), in cui sono rappresentate anche le porzioni libere più profonde della porzione di conoide con acquifero libero.

In Figura 4 è rappresentato il corpo idrico freatico di pianura che sovrasta tutta la porzione di pianura del territorio provinciale e regionale per uno spessore che al massimo raggiunge i 10-15 metri, caratterizzato prevalentemente dai depositi fluviali attuali e di paleoalveo. Il corpo idrico freatico di pianura fluviale è cartografato nel limite sud, lungo l'allineamento delle conoidi, per tutta la porzione confinata delle conoidi medesime, e la linea tratteggiata rappresenta, in prima approssimazione, il limite meridionale del corpo idrico freatico nelle zone dove la ricarica degli acquiferi più profondi è sicuramente di tipo indiretto.

Nella zona ancora più a sud, zona più a monte della linea tratteggiata, si trova l'acquifero freatico di carattere effimero e generalmente non persistente nell'arco dell'anno. Per questo motivo, questa porzione di acquifero freatico, risulta poco sfruttato e al tempo stesso non soddisfa appieno le caratteristiche di flusso significativo come definito dal D. Lgs. 30/09.



Figura 4 - Corpo idrico freatico di pianura.

In Figura 5 sono schematizzati i corpi idrici liberi delle conoidi alluvionali, le porzioni confinate superiori delle conoidi alluvionali e dei corpi idrici di pianura alluvionale. Sono riportati anche i corpi idrici montani e le alluvioni vallive. Le porzioni superiori dei corpi idrici confinati si riferiscono ai complessi acquiferi schematizzati nel modello concettuale con A1 e A2.

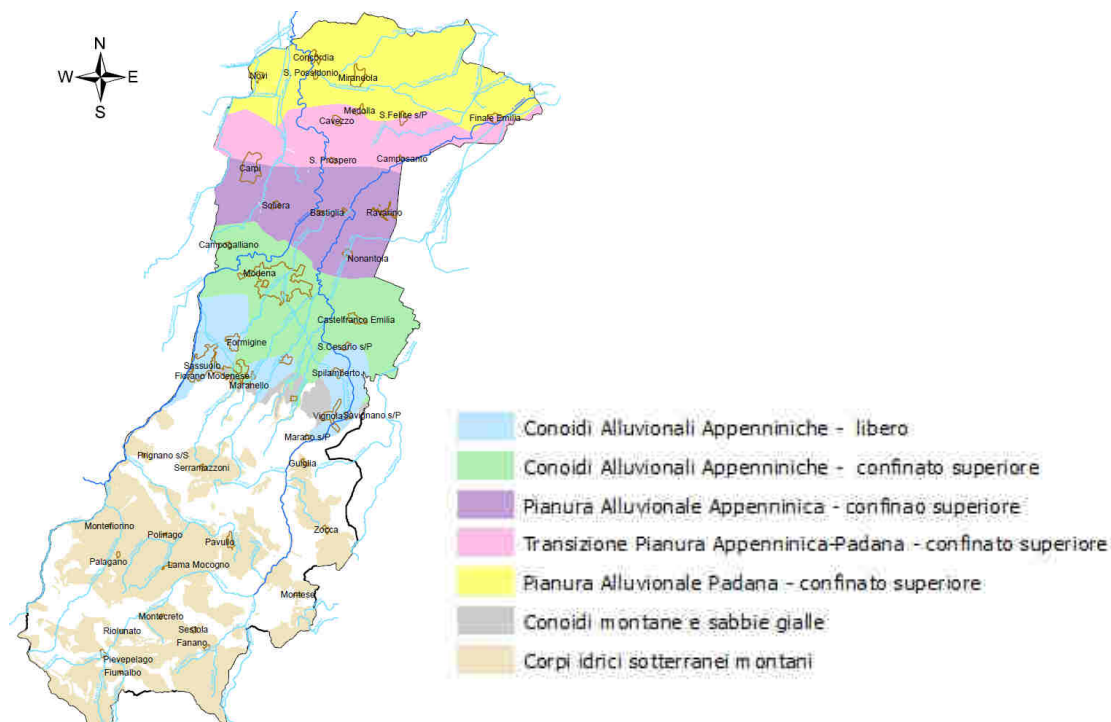


Figura 5 - Corpi idrici sotterranei di montagna, di pianura liberi e confinati superiori (acquiferi A1 e A2)

Ciascun corpo idrico individuato è stato sottoposto all'analisi di rischio che ha permesso di definire i corpi idrici "non a rischio" e quelli "a rischio" di non raggiungere lo stato di qualità buono al 2015, sia in termini quantitativi che qualitativi, definendo inoltre le sostanze chimiche per le quali il corpo idrico è definito a rischio. Sulla base delle risultanze dell'analisi di rischio e tenendo conto delle pressioni è stato proposto un raggruppamento dei corpi idrici finalizzato ad ottimizzare il monitoraggio ambientale.

La direttiva europea 2000/60/CE prevede il monitoraggio dei corpi idrici per la definizione sia dello stato quantitativo sia di quello chimico, attraverso 2 apposite reti di monitoraggio:

- rete per la definizione dello stato quantitativo;
- rete per la definizione dello stato chimico.

In diversi casi le stazioni di monitoraggio appartengono ad entrambe le reti.

Monitoraggio quantitativo

Il monitoraggio per la definizione dello stato quantitativo viene effettuato 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.

Per quanto riguarda i pozzi, si effettua la misura in situ del livello statico dell'acqua espresso in metri, dalla quale si ricava la piezometria e la soggiacenza, attraverso un calcolo che prevede anche la conoscenza della quota assoluta del piano campagna e la misura di riferimento del punto di misura rispetto allo stesso piano campagna. Per le sorgenti, la misura da effettuare in situ è la portata espressa in litri al secondo.

Il monitoraggio quantitativo è funzionale a ricostruire i trend della piezometria o delle portate per definire lo stato del corpo idrico e calcolarne il relativo bilancio idrico; per tutti i punti di controllo è prevista la misura del livello statico con frequenza semestrale. Su alcuni pozzi sono state installate centraline di monitoraggio automatico, che sono in grado di fornire a frequenza oraria il dato di soggiacenza.

Anche per i corpi idrici montani la misura di portata è prevista con frequenza semestrale un anno ogni 3, in concomitanza con il monitoraggio chimico: nel 2016 non era previsto il monitoraggio dei corpi idrici montani.

Monitoraggio chimico

Il monitoraggio chimico valuta lo stato e la tendenza nel tempo delle concentrazioni delle sostanze chimiche. 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.

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, si distingue in:

- *sorveglianza con frequenza iniziale* – parametri di base e addizionali – deve essere effettuato nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze sullo stato siano inadeguate, con dati chimici pregressi non disponibili o limitati 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 DM 6 luglio 2016 (Tabella 3);

- *sorveglianza con frequenza a lungo termine* – parametri di base – 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 prevede le sole sostanze di base (Tabella 1);
- *sorveglianza con frequenza a lungo termine* – parametri aggiuntivi – 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 prevede sostanze aggiuntive e la frequenza è più bassa del monitoraggio di sorveglianza a lungo termine – parametri di base (Tabella 1 e Tabella 2).

Le stazioni con frequenza a lungo termine prevedono frequenze differenziate:

- 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);
- semestrale (primavera e autunno) con cicli triennali per le sorgenti montane, punti di captazione delle sorgenti caratterizzate dalle maggiori portate e dove le pressioni antropiche sono ridotte.

Per i corpi idrici sotterranei a rischio di non raggiungere gli obiettivi ambientali è previsto, oltre al monitoraggio di sorveglianza, anche un monitoraggio **operativo** con una frequenza almeno annuale e comunque da effettuare tra due periodi di monitoraggio di sorveglianza.

Profili analitici del monitoraggio chimico

Tenendo conto della complessità nel gestire i profili analitici del monitoraggio chimico, considerando le diverse tipologie di monitoraggio previste (sorveglianza iniziale, a lungo termine, parametri di base, aggiuntivi e operativo), le pressioni che insistono sui corpi idrici o loro raggruppamenti, si è scelto di individuare un profilo analitico di base che è sempre previsto in qualsiasi tipologia di monitoraggio e che può essere completato e integrato con gli altri profili analitici permettendo di avere in questo modo uno screening analitico modulare che si adatta di volta in volta al monitoraggio chimico da effettuare.

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), organo-alogenati (O), altre pericolose (P), fitofarmaci (F) e profilo iniziale (I).

Nelle tabelle si indica anche se il parametro è obbligatorio ai sensi del D. Lgs. 30/09, mentre per gli altri la determinazione analitica si ritiene necessaria al fine di ottenere una completa e significativa definizione della qualità delle acque, anche a seguito dell’esito dell’analisi di rischio effettuata.

L’ossigeno disciolto va determinato nelle stazioni di monitoraggio afferenti ai corpi idrici montani, freatici di pianura, alluvioni vallive e conoidi alluvionali appenniniche – acquifero libero.

L’elenco dei fitofarmaci è stato definito nell’ambito del monitoraggio del 2009 in accordo con i Servizi Tutela e Risanamento Risorsa Acqua e Fitosanitario della Regione Emilia-Romagna, ed è stato rivisto ed ottimizzato periodicamente sulla base di analisi di rischio.

Nel profilo relativo alle altre pericolose, sono stati inseriti alcuni cogenitori di PCB oltre alla sommatoria degli stessi, ad integrazione del quadro delle conoscenze.

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

Infine il profilo iniziale va sempre considerato in abbinamento ai profili base, fitofarmaci, organo-alogenati ed eventualmente al microbiologico, e si applica, come già indicato, come screening completo nel monitoraggio di sorveglianza iniziale, ovvero nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze siano inadeguate

e i dati chimici pregressi non disponibili; si utilizza anche nel primo anno di monitoraggio per le stazioni nuove, o periodicamente all'inizio di ogni nuovo ciclo di controlli.

PROFILO BASE (B)		PROFILO ALTRE PERICOLOSE (P)	
Ossigeno Disciolto	O ₂ mg/L	Hg *	µg/L
Temperatura acqua	°C	Cr VI *	µg/L
pH	unità di pH	Selenio *	µg/L
Potenziale redox	mV	Vanadio *	µg/L
Durezza	CaCO ₃ mg/L	Cianuri Liberi *	µg/L
Conducibilità Elettrica *	µS/cm a 20° C	Benzene	µg/L
Bicarbonati	HCO ₃ mg/L	Etilbenzene	µg/L
Calcio	mg/L	Toluene	µg/L
Cloruri *	Cl mg/L	Xileni (O)	µg/L
Magnesio	mg/L	m,p-Xileni	µg/L
Potassio	mg/L	Benzo (a) Pirene *	µg/L
Sodio	mg/L	Benzo (b) Fluorantene*	µg/L
Solfati *	SO ₄ mg/L	Benzo (k) Fluorantene *	µg/L
Nitrati *	mg/L (NO ₃)	Benzo (g,h,i) Perilene *	µg/L
Nitriti*	µg/L (NO ₂)	Indeno (1,2,3-cd) Pirene *	µg/L
Ione Ammonio*	NH ₄ µg/L	Dibenzo (a,h) Antracene *	µg/L
Ortofosfato	mg/l	Idrocarburi policiclici aromatici (somma di 6)	µg/L
Ossidabilità (Kubel)	O ₂ mg/L	ETBE	µg/L
TOC	mg/l	MTBE	µg/L
Ferro	Fe µg/L	Nitrobenzene	µg/L
Manganese	µg/L	Monoclorobenzene	µg/L
Arsenico *	As µg/L	1,4 Diclorobenzene *	µg/L
Boro*	B µg/L	1,2,3 Triclorobenzene *	µg/L
Fluoruri*	F µg/L	1,2,4 Triclorobenzene *	µg/L
Bario	Ba µg/L	1,3,5 Triclorobenzene	µg/L
Cromo totale*	Cr µg/L		
Nichel*	Ni µg/l	PCB	
Piombo*	Pb µg/L	T3CB-28	µg/L
Rame	Cu µg/L	P5CB-95	µg/L
Zinco	Zn µg/L	P5CB-99	µg/L
Cadmio*	Cd µg/L	P5CB-105	µg/L
		P5CB-110	µg/L
		P5CB-114	µg/L
		P5CB-123	µg/L
		H6CB-138	µg/L
		H6CB-146	µg/L
		H6CB-149	µg/L
		H6CB-151	µg/L
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		

1,1 Dicloroetano	µg/L	H6CB-169	µg/L
Bromodiclorometano	µg/L	H7CB-170	µg/L
Dibromoclorometano *	µg/L	H7CB-189	µg/L
Cloruro di Vinile(Cloroetene) *	µg/L	Sommatoria PCB	µg/L
1,2 Dicloroetano *	µg/L		
Esaclorobutadiene *	µg/L	PROFILO MICROBIOLOGICO (M)	
1,2 Dicloroetilene *	µg/L	Escherichia coli*	UFC/100 mL
Tribromometano	µg/L	ISOTOPI	
Tetraclorometano	µg/L	DELTA OSSIGENO 18 (O-18/O-16)	‰ VSMOW
Sommatoria Organoalogenati *	µg/L	DELTA DEUTERIO (H/D)	‰ VSMOW

*Indicato da D.Lgs.30/2009

Tabella 1 – Elenco parametri profili base (B), organoalogenati (O), altre pericolose (P) e microbiologico (M).

Addizionali Fitofarmaci (F)			
2,4-D	Clorpirifos metile	Iprovalicarb	Piraclostrobin
2,4-DP	Clortoluron	Isodrin	Pirimetanil
3,4 dicloroanilina	DDT (o, p)	Isoproturon	Pirimicarb
Acetamiprid	DDT (p, p)	Isoxaflutole	Procimidone
Acetoclor	DDD (o, p)	Kresoxim-metile	Procloraz
Aclonifen	DDD (p, p)	Lenacil	Propaclor
Alachlor	DDE (o, p)	Linuron	Propazina
Aldrin	DDE (p, p)	Malathion	Propiconazolo
Atrazina	Diazinone	Mandipropamid	Propizamide
Atrazina desetil (met)	Diclorvos	MCPA	Simazina
Atrazina desisopropil (met)	Dieldrin	Mecoprop	Spirotetrammato
Azinfos metile	Difenoconazolo	Metaniprim	Spiroxamina
Azoxystrobin	Dimetenamide-p	Metalaxil	Tebufenoxide
Bensulfuronmetile	Dimetoato	Metamitron	Terbutilazina
Bentazone	Diuron	Metazaclor	Terbutilazina desetil
Bifenazate	Endrin	Metidation	Tetraconazolo
Boscalid	Epossiconazolo	Metobromuron	Tiacloprid
Bupirimate	Esaclorocicloesano beta	Metolaclor	Tiametoxan
Buprofezin	Etofumesate	Metossifenozone	Tiobencarb
Carbofuran	Fenamidone	Metribuzin	Trifloxostrobin
Cimoxanil	Fenbuconazolo	Molinate	Triticonazolo
Ciprodinil	Fenexamide	Oxadiazon	Zoxamide
Clorantranilprolo (DPX E-2Y45)	Fufenacet	Paration etile	Sommatoria fitofarmaci
Clorfenvinfos	Fosalone	Penconazolo	
Cloridazon-iso	Imidacloprid	Pendimetalin	
Clorpirifos etile	Indoxacarb	Petoxamide	

Tabella 2 – Elenco fitofarmaci analizzati.

Profilo analitico iniziale (I)			
Metalli	Antimonio	Nitrobenzeni	Nitrobenzene
	Cromo vi	Clorobenzeni	Monoclorobenzene
	Mercurio		1,4 diclorobenzene
	Selenio		1,2,4 triclorobenzene
	Vanadio		Triclorobenzeni (12002-48-1)
Inquinanti inorganici	Cianuri liberi		Pentaclorobenzene
Composti organici aromatici	Benzene		Esaclorobenzene
	Etilbenzene	Fitofarmaci	Aldrin
	Toluene		Beta-esaclorocicloesano
	Para-xilene		Ddt-ddd-dde
Policiclici aromatici	Benzo(a) pirene		Dieldrin
	Benzo (b) fluorantene		Sommatoria (aldrin, dieldrin, endrin, isodrin)
	Benzo (k) fluorantene	Diossine e furani	Sommatoria pcdd, pcdf
	Benzo (g,h,i) perilene	Altre sostanze	PCB
	Dibenzo (a,h) antracene		Idrocarburi totali (espressi come n-esano)
	Indeno (1,2,3-cd) pirene		

Tabella 3 – Elenco parametri analizzati nel profilo analitico Iniziale

La rete di monitoraggio nella provincia di Modena

La rete regionale delle acque sotterranee nella provincia di Modena è costituita da 86 stazioni di misura: 77 pozzi di cui 3 per misure solo piezometriche, 5 solo per chimismo, 69 coincidenti piezometrica-chimismo, suddivise nelle diverse tipologie di acquifero e 9 sorgenti, così come elencato in Tabella 4.

Acquifero	Numero punti
Depositi delle vallate appenniniche	1
Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	27
Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	18
Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	4
Pianura Alluvionale Appenninica - acquiferi confinati superiori	9
Pianura Alluvionale Appenninica e Padana - acquiferi confinati superiori	4
Pianura Alluvionale Padana - acquiferi confinati superiori	4
Pianura Alluvionale - acquiferi confinati inferiori	4
Freatico di pianura	6
Cordi idrici montani	9
Totale	86

Tabella 4 – Stazioni di monitoraggio per tipologia di acquifero

L'attuale configurazione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee di pianura in provincia di Modena è presentata in Figura 7. La sovrapposizione dei punti di misura alla sezione idrostratigrafica ha permesso, per singolo pozzo, l'attribuzione del gruppo acquifero monitorato (Figura 7).

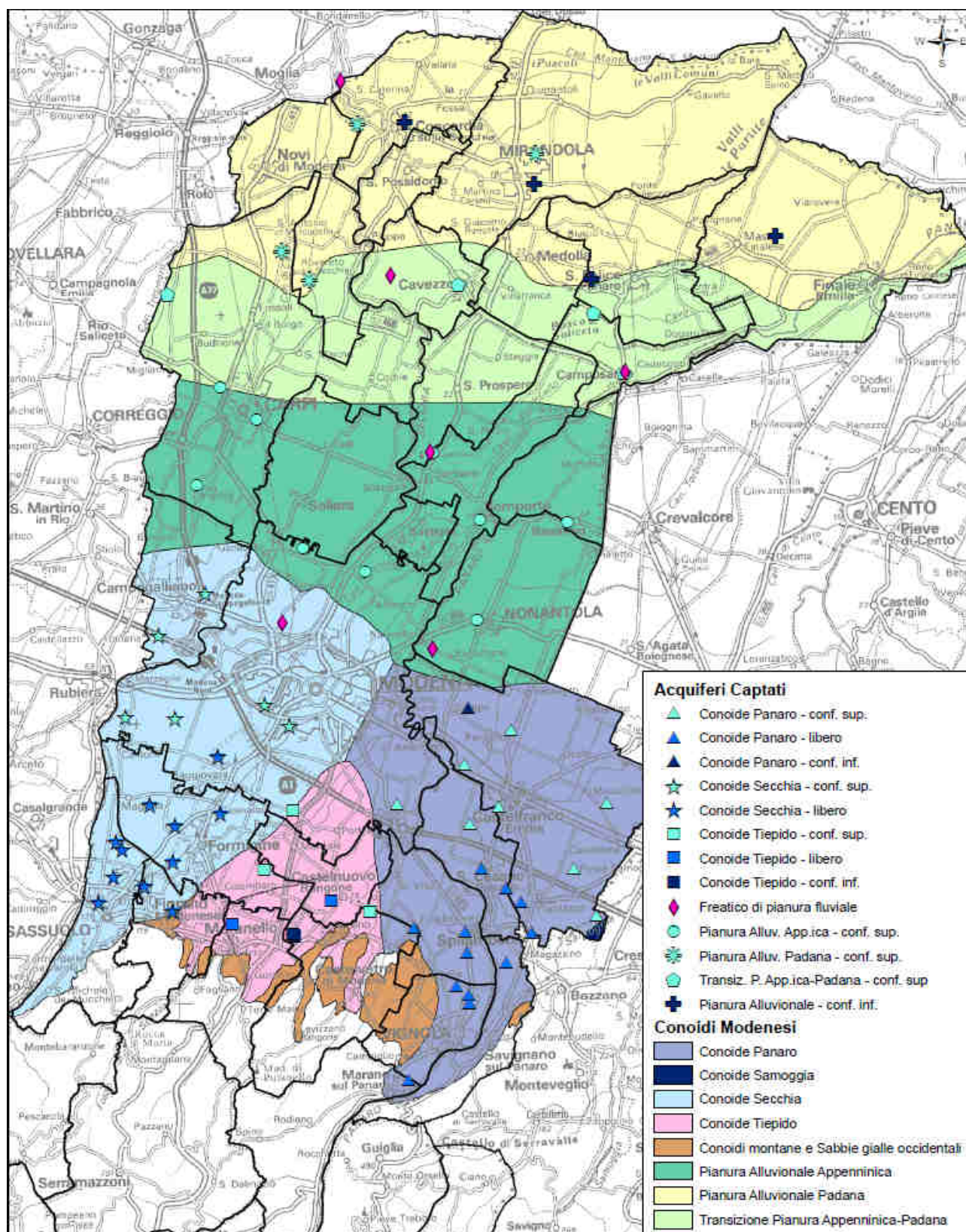


Figura 7 – Rete di controllo delle acque sotterranee di pianura e acquiferi captati.

Si riporta, inoltre, la cartografia relativa alle acque sotterranee del territorio montano (sorgenti), afferente la rete di controllo gestita da Arpae Sezione di Modena (Figura 8).

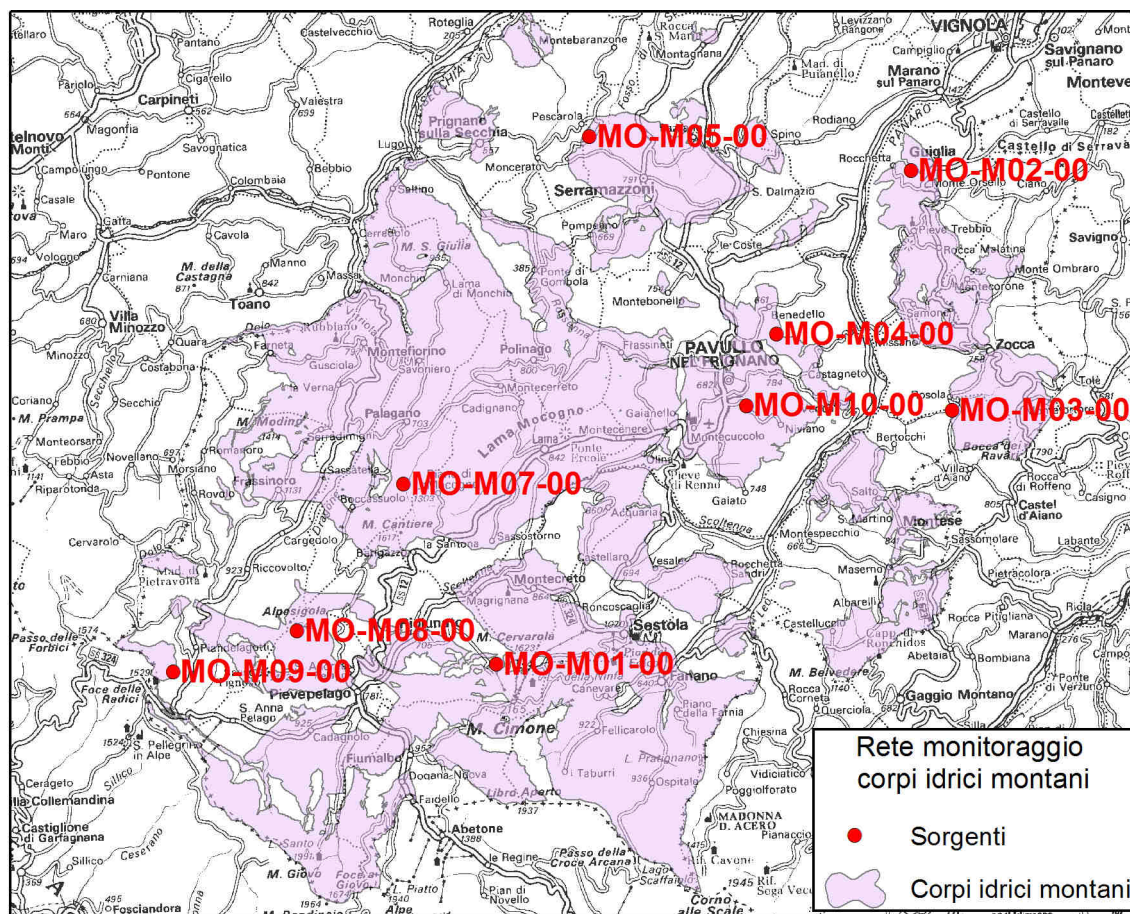


Figura 8 – Ubicazione cartografica delle sorgenti.

Nella tabella sottoriportata (Tabella 5) sono indicati i singoli pozzi con il relativo gruppo/complesso acquifero di appartenenza ed il programma di monitoraggio dettagliato per l'anno 2016.

Acquifero	Nome Corpo Idrico	Codice stazione	Tipo monit.	Tipo monit.	Add.	Frequenza monitoraggio 2016
Depositi delle vallate appenniniche	Depositi vallate App. Panaro-Tiepido	MO84-00	chi-quant	Sorveglianza	Iniziale	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquifero libero	Conoide Panaro - libero	MO29-01	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+F+M	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO30-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+F+P+M	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO30-02	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO31-02	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	F	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO32-01	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+F+P	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO34-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+F+P	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)

Acquifero	Nome Corpo Idrico	Codice stazione	Tipo monit.	Tipo monit.	Add.	Frequenza monitoraggio 2016
		MO50-03	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+M	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO53-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO55-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+F+P+M	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO57-01	chi	Sorveglianza +Operativo	O	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO62-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+F+M	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO64-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
	Conoide Secchia - libero	MO25-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO26-01	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+P+M	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO27-01	chi	Sorveglianza	O+M	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO36-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+F	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO58-00	chi-quant	Sorveglianza	F+M	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO59-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+F+P	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO61-02	chi	Sorveglianza	O	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO71-01	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO72-01	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO73-01	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+P+M	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO81-00	quant			
	Conoide Tiepido - libero	MO51-00	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO60-00	chi-quant	Sorveglianza	O	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO85-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	Iniziale	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO86-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	Iniziale	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
Conoidi Alluvionali Appenniniche - Acquiferi confinati superiori	Conoide Panaro - confinato superiore	MO22-01	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO23-02	chi	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO24-01	chi-quant	Sorveglianza	O	Semestrale -

Acquifero	Nome Corpo Idrico	Codice stazione	Tipo monit.	Tipo monit.	Add.	Frequenza monitoraggio 2016
						1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO56-02	chi-quant	Sorveglianza	F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO66-00	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO74-00	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO76-00	chi-quant	Sorveglianza	O+F+P+M	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO77-01	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
	Conoide Secchia - confinato superiore	MO13-01	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO19-00	chi-quant	Sorveglianza	O	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO20-00	chi-quant	Sorveglianza	O+F+P+M	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO20-02	chi-quant	Sorveglianza	O+F+M	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO49-00	chi	Sorveglianza	O	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO69-00	chi-quant	Sorveglianza	O	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO75-00	chi-quant	Sorveglianza	O+F+P+M	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
	Conoide Tiepido - confinato superiore	MO28-01	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO63-00	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO68-01	chi-quant	Sorveglianza + Operativo	O+F+P	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	Conoide Panaro - confinato inferiore	MO87-00	chi-quant	Sorveglianza + Operativo	Iniziale	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO88-00	chi-quant	Sorveglianza + Operativo	Iniziale	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
	Conoide Tiepido - confinato inferiore	MO42-01	chi-quant	Sorveglianza + Operativo	O	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO65-00	chi-quant	Sorveglianza + Operativo	O+F	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
Acquifero freatico di pianura	Freatico di pianura fluviale	MO-F01-00	chi-quant	Sorveglianza + Operativo	O+F	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO-F02-00	chi-quant	Sorveglianza + Operativo	O+F	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO-F05-00	chi-quant	Sorveglianza + Operativo	O+F	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO-F08-00	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale -

Acquifero	Nome Corpo Idrico	Codice stazione	Tipo monit.	Tipo monit.	Add.	Frequenza monitoraggio 2016
				+Operativo		1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO-F13-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+F	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
		MO-F20-00	chi-quant	Sorveglianza +Operativo	O+F	Semestrale - 1Op(B+A) - 1Op(B+A)
Pianura Alluvionale Appenninica – acquiferi confinati superiori	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	MO10-01	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO11-00	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO12-01	quant			
		MO14-00	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO15-01	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO16-00	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO17-02	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO35-03	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO37-02	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
Pianure Alluvionali Appenninica, Padana e Costiera - acquiferi confinati e confinati superiori	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	MO08-00	chi-quant	Sorveglianza	O+F	Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B+A)
		MO38-02	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO41-01	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO43-01	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
Pianura Alluvionale Padana – acquiferi confinati superiori	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	MO03-02	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO07-01	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO44-01	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO47-00	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
Pianura Alluvionale Padana – acquiferi confinati inferiori	Pianura Alluvionale - confinato inferiore	MO45-01	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO48-01	quant			
		MO80-00	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
		MO82-00	chi-quant	Sorveglianza		Semestrale - 1Sv(B) - 1Sv(B)
Corpo idrico Montano	Castellarano -	MO-M10-00	chi-quant	Sorveglianza		n.d.

Acquifero	Nome Corpo Idrico	Codice stazione	Tipo monit.	Tipo monit.	Add.	Frequenza monitoraggio 2016
	Montebonello					
	M Marmagna - M Cusna - M Cimone - Corno alle Scale - Castiglione dei Pepoli	MO-M01-00	chi-quant	Sorveglianza		n.d.
	M Marmagna - M Cusna - M Cimone - Corno alle Scale - Castiglione dei Pepoli	MO-M09-00	chi-quant	Sorveglianza		n.d.
	Pavullo - Zocca	MO-M02-00	chi-quant	Sorveglianza		n.d.
	Pavullo - Zocca	MO-M03-00	chi-quant	Sorveglianza		n.d.
	Pavullo - Zocca	MO-M04-00	chi-quant	Sorveglianza		n.d.
	Pievepelago - Sasso Tignoso - Piandelagotti	MO-M08-00	chi-quant	Sorveglianza		n.d.
	Serramazzoni	MO-M05-00	chi-quant	Sorveglianza		n.d.
	Villa Minozzo - Toano - Prignano sul Secchia	MO-M07-00	chi-quant	Sorveglianza		n.d.

Legenda

ch=chimico, qnt=quantitativo, Sv =sorveglianza, Op=operativo; * centralina automatica, con misure orarie; n.d. non determinato

B=profilo di base, A=profilo addizionale (O=Organoalogenati, F=Fitofarmaci, M=Microbiologico, P=Pericolose)

Tabella 5 - Programma di monitoraggio delle acque sotterranee anni 2016.

Capitolo 2: I principali fattori di pressione e criticità presenti sul territorio

Le fonti principali che contribuiscono all'incremento di nitrati nelle falde sono riconducibili prioritariamente ai settori civile (dispersione dalla rete fognaria, trattamenti depurativi senza denitrificazione, ecc.), agricolo e zootecnico (spandimento dei liquami zootecnici in quantitativi superiori alle esigenze colturali). L'apporto diretto al suolo di azoto ha portato alla presenza di concentrazioni di nitrati superiori ai 50 mg/l in vaste aree del territorio, in cui tendenzialmente prevale l'alimentazione diretta della falda dalla superficie.

Gli apporti antropici rappresentano sicuramente la voce primaria nel bilancio di nutrienti riversati al suolo, anche se non è da trascurare il contributo di origine naturale riconducibile sia alle ricadute atmosferiche, sia ai suoli incolti, individuati come porzioni di territorio in cui la quota di azoto e fosforo viene asportata con le piogge.

Una parte dei contributi di nutrienti al suolo viene utilizzata dalle piante per svolgere le proprie attività vegetative; la restante parte è suscettibile a movimentazione da parte delle precipitazioni meteoriche, veicolandola verso il reticolo idrografico superficiale e in direzione delle falde sotterranee.

I fattori intrinseci, dovuti all'elevata vulnerabilità dell'area ed ai fenomeni di drenanza, favoriscono il passaggio delle sostanze inquinanti dalla superficie verso la falda acquifera. Nelle aree in cui l'alimentazione prevalente proviene dai corpi idrici superficiali, si rilevano generalmente concentrazioni basse di nitrati, grazie all'azione diluente del fiume. Le dinamiche caratteristiche della migrazione dei nitrati in falda sono contraddistinte da tempistiche lunghe e non ben definite: pertanto i valori registrati dall'attuale monitoraggio possono rappresentare l'effetto di un inquinamento anche molto datato.

In passato, l'incremento degli allevamenti in strutture industriali intensive ha causato una produzione eccedentaria di liquami e prodotti delle deiezioni animali, smaltite attraverso lo spandimento agronomico. Nonostante il settore zootecnico abbia subito nel tempo una significativa contrazione, il pregresso e massivo immagazzinamento di azoto nello strato non saturo, via via dilavato dalle escursioni stagionali, nonché i tempi di persistenza delle sostanze inquinanti in falda, ha portato ad un accumulo di nitrati nelle falde; la presenza dei nitrati in falda risulta il principale elemento di criticità nello scadimento qualitativo delle acque sotterranee.

Il risanamento delle falde risulta essere un problema estremamente complesso che richiede interventi mirati localmente, con tempi di risposta dell'ordine anche di decine di anni.

Il continuo monitoraggio quali-quantitativo della falda acquifera, associato al monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali, permette di effettuare una lettura complessiva dell'ambiente idrico e, attraverso l'uso della modellistica, di valutare l'evoluzione dei fenomeni anche in relazione alle politiche di risanamento intraprese, al fine di ricalibrare le azioni da adottare.

Nel territorio modenese, la presenza di nitrati nella falda acquifera risulta oggi il principale elemento antropico di scadimento qualitativo delle acque sotterranee, interferendo sull'utilizzo della risorsa ai fini acquedottistici.

Nonostante il problema dell'incremento dei nitrati nelle falde sia riconosciuto già dal 1989 e gli organi istituzionali regionali e provinciali abbiano elaborato proposte di Piani per il Risanamento di aree ad elevato rischio ambientale, la questione risulta, ancora oggi, in generale continuo peggioramento.

Nel 2002, la Provincia di Modena ha approvato con D.G.P. n°465 del 12-11-2002, un documento "Proposte di provvedimenti volti alla riduzione della concentrazione di nitrati nelle acque sotterranee ed alla riduzione del consumo idrico in Provincia di Modena", in cui sono state presentate una serie di misure finalizzate al contenimento dei carichi di azoto sversati sul territorio: esse interessavano il comparto civile (reti fognarie e impianti di depurazione) ed il comparto zootecnico, attraverso la regolamentazione degli spandimenti, e un maggior controllo sugli allevamenti e sulle pratiche di spandimento.

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, approvato con D.C.P. n° 46 del 18 marzo 2009, ha previsto misure, azioni e programmi che invertano il trend in crescita dei nitrati nelle acque sotterranee. La delibera del Consiglio Provinciale 110/2007 aveva precedentemente istituito il gruppo di lavoro denominato "Tavolo Nitrati" allo scopo di approfondire le problematiche connesse all'inquinamento da nitrati delle acque sotterranee in previsione della redazione di un "Piano provinciale di risanamento delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato dai nitrati". Tale Piano, ai sensi dell'art. 13B "Misure per la tutela qualitativa della risorsa idrica", comma 4.c delle norme del PTCP citato, ne rappresenta un piano attuativo.

Un secondo elemento che determina lo scadimento delle acque sotterranee è la presenza di sostanze organo-alogenate, in particolar modo di trielina (tricloroetilene) e percloroetilene (tetracloroetilene). L'areale interessato dalla presenza di sostanze organo-alogenate è il territorio pedecollinare, in cui se ne evidenzia una distribuzione pressoché ubiquitaria, riconducibile sia all'elevata permeabilità dei suoli, sia all'intensa pressione antropica derivante dai diffusi insediamenti industriali-artigianali.

Capitolo 3: Che cosa sta succedendo

Monitoraggio quantitativo

Il livello delle acque sotterranee rappresenta, in termini quantitativi, il bilancio tra gli effetti antropici indotti dai prelievi e gli effetti naturali riconducibili alla ricarica delle falde.

Il livello delle falde, misurato in campo durante le fasi di monitoraggio, può essere rappresentato attraverso il dato di piezometria se ricondotto al livello medio del mare (quota assoluta tramite piano quotato) o in termini di soggiacenza se lo si riferisce alla quota del piano campagna locale (quota relativa).

I dati utilizzati per le elaborazioni sono relativi alle misure di livello sia manuali, effettuate con frequenza semestrale, sia della rete automatica della piezometria su un numero ridotto di stazioni dei corpi idrici profondi di pianura, con frequenza oraria. Da queste ultime sono stati ricavati due dati annuali significativi per ciascuna stazione, corrispondenti al valore massimo primaverile e al minimo autunnale. Il valore aggiunto del monitoraggio automatico, per la descrizione media annua dei livelli di falda, è quello di riuscire a caratterizzare i periodi di massimo e di minimo livello nell'arco dell'anno idrologico, che spesso non riescono ad essere caratterizzati in modo significativo con le sole misure manuali.

La piezometria viene utilizzata per calcolare le linee di deflusso delle acque sotterranee ed i relativi gradienti idraulici, essendo a tutti gli effetti una superficie equipotenziale reale nel caso di acquiferi liberi, mentre per gli acquiferi confinati rappresenta una superficie ideale di uguale pressione dell'acqua. La soggiacenza viene spesso utilizzata per le applicazioni di campo, essendo riferita al piano locale, e come per la piezometria, rappresenta un dato reale nel caso di acquiferi liberi, mentre per gli acquiferi confinati diventa reale solo quando viene perforato l'acquitrando al tetto dell'acquifero confinato. Dai valori di livello delle acque sotterranee si possono calcolare le tendenze nel tempo (trend) con le quali si valutano le variazioni medie annue dei livelli delle falde, a supporto della definizione dello stato quantitativo delle acque sotterranee.

L'analisi dell'andamento piezometrico ha la funzione di individuare 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.

Dalla carta della piezometria riportata in allegato (Figura 19), si evidenzia come il contributo alimentante, in termini di apporti idrici all'acquifero in conoide del fiume Panaro, provenga dal fiume stesso nel tratto tra apice di conoide e territorio comunale di S. Cesario. Per la conoide del Secchia si conferma il ruolo del fiume sull'alimentazione della falda acquifera nel tratto compreso tra Sassuolo e Marzaglia, inducendo un flusso idrico sotterraneo con direzione prevalente verso NE.

I prelievi civili più importanti per quantitativi di acqua emunta, risultano ubicati nella porzione centrale della conoide del Panaro con i campi acquiferi di Castelfranco e S. Cesario gestiti da Hera e campo acquifero di Castelfranco gestito da Sogea. L'ubicazione dei più significativi prelievi acquedottistici annui conferma i consistenti emungimenti di acqua di falda nel territorio ad ovest del centro abitato di Modena, dove insistono i campi acquiferi di Cognento e Marzaglia. Rilevanti risultano anche i prelievi dei pozzi acquedottistici ubicati a Sassuolo e Formigine.

Il livello delle acque sotterranee dei corpi idrici freatici dipende dalle precipitazioni, che costituiscono una parte rilevante della ricarica diretta di questo corpo idrico, dal rapporto con i corsi d'acqua superficiali, che possono in alcuni periodi dell'anno essere alimentanti e in altri drenanti in funzione delle quote relative tra alveo e corpo idrico sotterraneo, e infine dal regime dei prelievi.

Le carte di piezometria e relativa soggiacenza dei corpi idrici più profondi della pianura sono state elaborate spazializzando i dati medi annuali puntuali relativi sia ai corpi idrici di conoide libera, confinata superiore e pianure

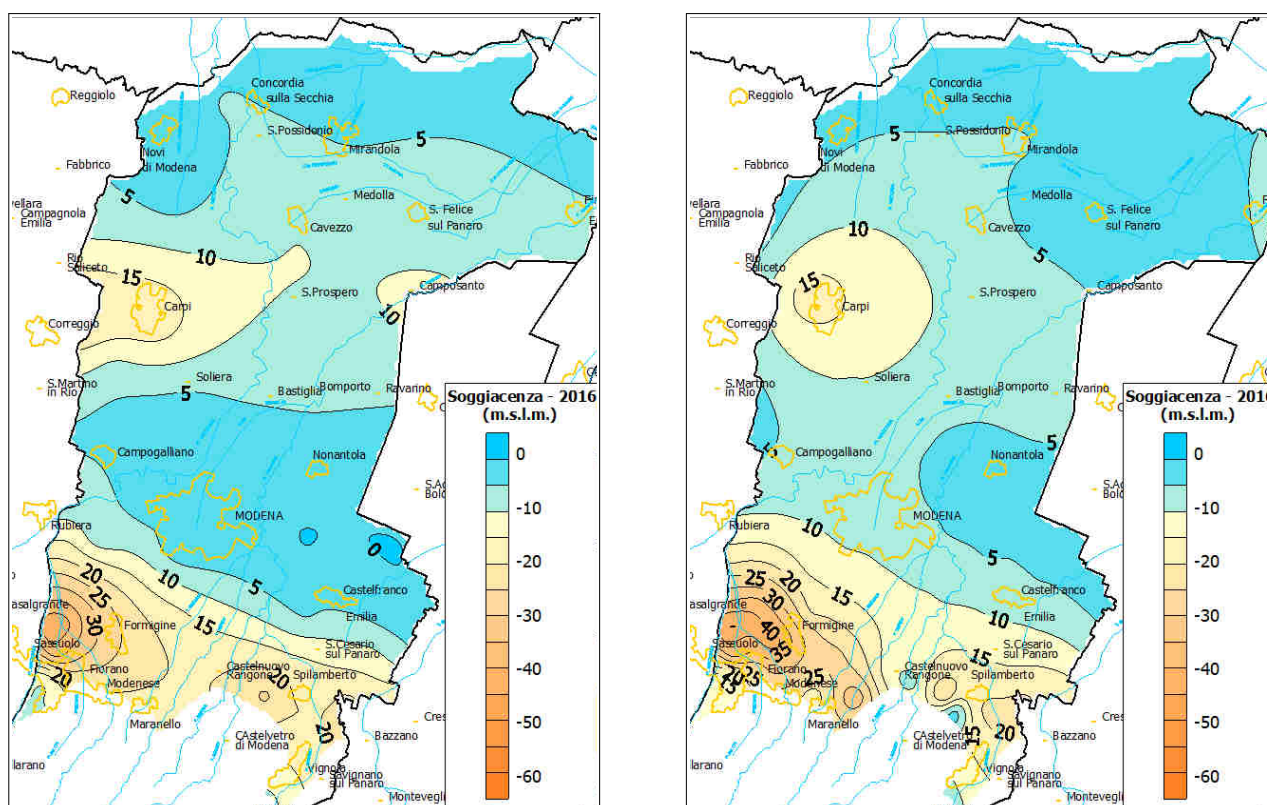


Figura 10 – Andamenti della soggiacenza nei corpi idrici liberi e confinati superiori (a sinistra) e nei corpi idrici liberi e confinati inferiori (a destra).

Monitoraggio qualitativo

La metodologia individuata dal D. Lgs. 30/2009 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 valori soglia definiti a livello nazionale per diverse sostanze chimiche (tabelle 2 e 3 dell'Allegato 3 del D. Lgs. 30/2009) e di seguito riportati in Tabella 6 e Tabella 7.

INQUINANTE	STANDARD DI QUALITA'
Nitrati	50 mg/l
Sostanze attive nei pesticidi, compresi i loro 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 6 - Standard di qualità per le acque sotterranee (tab. 2 All. 3 D.Lgs. 30/09).

INQUINANTI	VALORI SOGLIA (µg/L)	VALORI SOGLIA (µg/L) * (interazione superficiali)	SOGLIA acque
METALLI			
Antimonio	5		
Arsenico	10		
Cadmio**	5	0,08 (Classe 1) 0,09 (Classe 2) 0,15 (Classe 3) 0,25 (Classe 4)	
Cromo Totale	50		
Cromo VI	5		
Mercurio	1	0,03	
Nichel	20		
Piombo	10	7,2	
Selenio	10		
Vanadio	50		
INQUINANTI INORGANICI			
Boro	1000		
Cianuri liberi	50		
Fluoruri	1500		
Nitriti	500		
Solfati	250 (mg/L)		
Cloruri	250 (mg/L)		
Ammoniacale (ione ammonio)	500		
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI			
Benzene	1		
Etilbenzene	50		
Toluene	15		
Para-xilene	10		
POLICICLI AROMATICI			
Benzo (a) pirene	0,01		
Benzo (b) fluorantene	0,1	(0,03 sommatoria di benzo(b) e benzo (k) fluorantene)	
Benzo (k) fluorantene	0,05		
Benzo (g,h,i) pirene	0,01	(0,002 sommatoria di benzo g,h,i pirene + indeno(1,2,3-c,d)pirene)	
Dibenzo (a,h) antracene	0,01		
Indeno (1,2,3-c,d) pirene	0,1		
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI			
Triclorometano	0,15		
Cloruro di Vinile	0,5		
1,2 Dicloroetano	3		
Tricloroetilene	1,5		
Tetracloroetilene	1,1		
Esaclorobutadiene	0,15	0,05	
Sommatoria organoclorurati	10		
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI			
1,2 Dicloroetilene	50		
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI			
Dibromoclorometano	0,13		
Bromodichlorometano	0,17		
NITROBENZENI			
Nitrobenzene	3,5		
CLOROBENZENI			
Monoclorobenzene	40		
1,4 Diclorobenzene	0,5		
1,2,4 Triclorobenzene	190		
Triclorobenzeni (12002-48-1)		0,4	
Pentaclorobenzene	5	0,007	
Esaclorobenzene	0,01	0,005	
PESTICIDI			
Aldrin	0,03		
Beta-esaclorocicloesano	0,1	0,02 Sommatoria degli esaclorocicloesani	
DDT, DDD, DDE	0,1	***DDT totale: 0,025 p.p DDT: 0,01	
Dieldrin	0,03		
Sommatoria (aldrin, dieldrin, endrin, isodrin)		0,01	
DIOSSINE E FURANI			
Sommatoria PCDD, PCDF	4x10 ⁻⁸		
ALTRE SOSTANZE			
PCB	0,01****		
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	350		
Conduttività (µS/cm ⁻¹ a 20°C)-acqua non aggressiva	2500		

Tabella 7 -Valori soglia per le acque sotterranee (tab. 3 All. 3 D.Lgs. 30/09).

Lo stato chimico viene descritto in 2 classi di qualità, Buono e Scarso, secondo il giudizio di qualità definito dal D. Lgs. 30/09 e riportato di seguito in Tabella 8.

Classe di qualità	Giudizio di qualità
Buono	La composizione chimica del corpo idrico sotterraneo è tale che le concentrazioni di inquinanti non presentano effetti di intrusione salina, non superano gli standard di qualità ambientale e i valori soglia stabiliti e infine, non sono tali da impedire il conseguimento degli obiettivi ambientali stabiliti per le acque superficiali connesse, nè da comportare un deterioramento significativo della qualità ecologica o chimica di tali corpi, nè da recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo.
Scarso	Quando non sono verificate le condizioni di buono stato chimico del corpo idrico sotterraneo

Note: Scala cromatica Direttiva 2000/60/CE

Tabella 8 - Giudizi e classe di qualità dei corpi idrici sotterranei.

Di seguito si riportano le descrizioni delle distribuzioni spaziali dei principali parametri analizzati; le rappresentazioni cartografiche riguardanti la distribuzione areale sono invece riportate nell'Allegato 1 alla presente relazione.

Temperatura

Si rileva una contenuta escursione termica, indice di un buon equilibrio dinamico degli acquiferi profondi. La variazione termica rilevata nel 2016 oscilla da un minimo di 13°C ad un massimo di 19°C, coerentemente con quanto rilevato negli anni passati (Figura 23).

Conducibilità elettrica specifica.

Indice del contenuto salino delle acque (Figura 25), differenzia chiaramente le aree influenzate dal fiume Secchia (1.000-1.400 $\mu\text{S}/\text{cm}$), da quelle alimentate dal fiume Panaro (700-900 $\mu\text{S}/\text{cm}$). I valori più elevati si riscontrano in apice di conoide del fiume Secchia e risultano condizionati dalle fluttuazioni idrauliche del fiume stesso. Gli alti valori di salinità riferiti alla bassa pianura (fino a oltre 1.700 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sono essenzialmente riconducibili ad una diffusione delle salamoie di fondo sino alla superficie ed in minima parte alla mobilitazione ionica causata dall'ambiente riducente.

Durezza

Si attesta mediamente su valori elevati (45-60 °F) nella conoide del fiume Secchia, riconducibile alla permeazione delle acque salso-solfate alcalino terrose di Poiano, mentre nella zona intermedia dell'alta pianura si segnalano concentrazioni ancora più rilevanti per effetto dell'azione della CO_2 di origine batterica su materiale calcareo. Si sottolinea come in questa area il dilavamento del terreno agrario porti al concomitante incremento dei bicarbonati, nitrati e durezza. Le acque sotterranee dell'acquifero sotteso al fiume Panaro evidenziano, almeno fino all'altezza della zona di dispersione del corpo idrico ed in sponda idrografica destra, valori di durezza moderati, coerenti ai livelli riscontrati nel fiume (35-45° F). Allontanandosi dal corpo idrico, si registrano significativi livelli di durezza, correlabili con la presenza di cave di ghiaia ed i conseguenti rilevanti apporti dalla superficie topografica. In sponda idrografica sinistra l'ambito di influenza del fiume risulta meno evidente.

Oltre il fronte delle conoidi, a seguito delle mutate condizioni di pH e del potenziale redox (Eh), si attivano processi di precipitazione ed adsorbimento del calcio come ossido, con conseguente diminuzione dei livelli di durezza. Negli acquiferi sottesi al dominio del Po, il livello di durezza delle falde si incrementa nuovamente raggiungendo valori elevati (anche oltre i 55 °F), riconducibili ad acque evolute che nel tempo, a seguito di processi di scambio ionico, hanno subito modificazioni della facies idrochimica (Figura 26).

Solfati e Cloruri

Questi due parametri presentano un andamento analogo (Figura 27 e Figura 28), direttamente correlabile all'alimentazione e all'idrochimica fluviale dei due corpi idrici superficiali principali (fiume Secchia: Solfati pari a 120-220 mg/l e Cloruri pari a 70-190 mg/l; fiume Panaro: Solfati pari a 40-160 mg/l e Cloruri inferiori a 90 mg/l). Nella media pianura, a seguito delle condizioni redox degli acquiferi, si riscontra una netta diminuzione della concentrazione dei Solfati (forme ridotte dello Zolfo). Nel complesso idrogeologico della pianura alluvionale, corrispondente alla porzione di pianura sottoposta all'influenza del fiume Po, è evidente la miscelazione delle acque salate provenienti dal substrato dell'acquifero attraverso faglie e fratture con le falde acquifere dolci, ben rilevata dalle elevate concentrazioni dei Cloruri e Solfati (Solfati 1-100 mg/l, Cloruri 10-300 mg/l), che risalgono fino a pochi metri dal piano campagna.

Sodio e Potassio

L'andamento delle isocone del sodio riflette quanto osservato per i cloruri (Figura 29). E' da segnalare come questo catione possa essere considerato, per ambedue le conoidi dei fiumi principali (isolinea corrispondente a 80 mg/l per il fiume Secchia e 40 mg/l per il fiume Panaro), come un efficace tracciante per la valutazione dell'area di influenza dei due corpi idrici sulla qualità delle acque di falda, in conseguenza del limitato apporto di sodio da parte delle acque di infiltrazione permeanti dalla superficie topografica.

Il contenuto di Potassio nelle acque sotterranee si attesta su valori medi di 3,5-4 mg/l, con valori massimi che si aggirano su 6-7 mg/l. L'andamento delle isocone risulta irregolare, con valori elevati rilevati nella pianura alluvionale, in conoide Panaro (al confine col bolognese) e in apice di conoide del fiume Secchia (Figura 30). Elevate concentrazioni di Potassio possono essere ricondotte all'utilizzo sul suolo di fertilizzanti chimici (Azoto-Fosforo-Potassio).

Composti azotati

Il D.Lgs. 30/2009, pur modificando i criteri di classificazione delle acque sotterranee, ha mantenuto il parametro nitrati come elemento fondamentale per la definizione dello stato buono delle acque sotterranee ai fini del raggiungimento dell'obiettivo fissato dalla normativa.

I Nitrati sono responsabili, in buona parte del territorio della Regione Emilia-Romagna ed in particolare nell'area occidentale, dello scadimento della classificazione qualitativa delle acque sotterranee. Questa situazione indica una problematica diffusa, la cui soluzione non pare imminente vista la complessità della stessa e stante anche l'inerzia propria dei sistemi idrici sotterranei nell'evidenziare variazioni a seguito delle azioni messe in atto. La scala temporale per valutare l'efficacia degli interventi adottati può risultare anche di decine di anni. L'eccesso di apporti di sostanze azotate diffusi su tutta la superficie topografica, l'immagazzinamento di Azoto nello strato insaturo tra superficie topografica e tavola d'acqua (soggetto a successiva veicolazione per dilavamento) ed infine il rilevante sfruttamento degli acquiferi, hanno contribuito in modo significativo alla presenza dei Nitrati (spesso oltre il limite dei 50 mg/l) nelle acque di falda (Figura 31). Come risulta evidente dall'andamento delle isocone, si registrano sensibili incrementi di nitrati nelle aree più lontane dalle aste fluviali principali, in cui viene a mancare l'azione di diluizione da parte delle acque a bassa concentrazione di nitrati dei fiumi (concentrazioni di nitrati inferiori a 5 mg/l nel tratto disperdente pedecollinare).

Il confronto con gli andamenti delle isocone dei Nitrati rispetto agli anni precedenti (Figura 32 e Figura 33), denota una lieve contrazione del fronte dei 25 mg/l nell'area nord di Modena in prossimità dei campi acquiferi di Cognento. Al contrario, si evidenzia un ampliamento verso nord-ovest nella conoide del fiume Secchia, in direzione dei campi acquiferi di Marzaglia, e verso nord-est nell'area compresa tra la conoide del fiume Panaro e del torrente Samoggia.

L'isocona dei 50 mg/l, rispetto al 2012, mostra una lieve espansione che, nella conoide del fiume Secchia, tende a spostarsi verso ovest in direzione del campo acquifero di Magreta. Un'ulteriore lieve espansione delle aree a concentrazioni superiori al limite di potabilità, si rinviene nel territorio verso il confine bolognese tra Piumazzo e Crespellano, dove il fronte dei 50 mg/l tende a muoversi verso l'abitato di Castelfranco Emilia. Al contrario, nella conoide del Torrente Tiepido, si assiste ad una contrazione dell'isocona dei 50 mg/l.

Complessivamente, l'analisi spaziale su un arco temporale più ampio (dal 1994 al 2016), denota un ampliamento dell'area ad elevata concentrazione di Nitrati verso la media pianura, evidenziando uno scadimento qualitativo nel periodo esaminato.

Oltre il fronte delle conoidi, in corrispondenza di acquiferi a bassa trasmissività, le condizioni redox dell'acquifero favoriscono inizialmente la qualità delle acque sotterranee per la progressiva scomparsa delle forme azotate ossidate. Successivamente si rileva la presenza di Azoto ammoniacale che assume concentrazioni significative nell'area più a nord della bassa pianura, la cui origine è riconducibile alle trasformazioni biochimiche delle sostanze organiche diffuse o concentrate sotto forma di torba nel serbatoio acquifero (Figura 35).

Ferro e Manganese

La presenza di entrambi gli elementi è correlata alle condizioni di basso potenziale redox e quindi acquiferi a bassa permeabilità o alimentati prevalentemente dalla superficie topografica (Figura 36 e Figura 37). Conseguentemente si riscontrano livelli significativi nella media e bassa pianura e nell'area delle conoidi dei torrenti minori, spesso

associati a presenza di Ammoniaca. Il Ferro viene solubilizzato per alterazione dei minerali ferro-magnesiaci e ferriferi ad opera di organismi riducenti sul terreno agrario. E' la sua forma ridotta (Fe^{++}) ad essere solubile, mentre allo stato ossidato (Fe^{+++}) precipita conferendo alle acque la caratteristica colorazione giallo-rossastra. Da un punto di vista organolettico, il Ferro conferisce un sapore metallico astringente. La valutazione congiunta della distribuzione spaziale dei due parametri indica una loro non correlazione, sebbene entrambi si mobilitino in ambienti riducenti (il Manganese sembra più caratteristico delle acque di recente infiltrazione che non di quelle più antiche). A conferma si segnala, nell'area delle conoidi dei torrenti minori, una evidente prevalenza dell'area di influenza del Manganese rispetto ad una pari presenza di Ferro che viceversa costituisce l'elemento maggiormente caratterizzante la piana alluvionale appenninica e deltizia.

Boro

Sulla base di quanto si può dedurre dalla distribuzione areale di questo elemento, la presenza è correlabile alla matrice argilloso-limosa del serbatoio acquifero. Anche per l'anno 2016, si conferma una costanza delle concentrazioni di Boro nell'area pedecollinare in prossimità del comune di Sassuolo e nell'area della bassa pianura (Figura 38).

Metalli

La ricerca di numerosi metalli quali Cadmio, Cromo, Cobalto, Nichel, Piombo e Mercurio ha evidenziato, in alcuni casi, la loro presenza in concentrazioni inferiori al valore soglia della tabella 2 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/06 e ben al di sotto della soglia di attenzione sia ambientale che sanitaria.

La presenza di tracce di **Arsenico** in aree della bassa pianura, in particolare nell'area di Ravarino-Nonantola, Carpi e San Felice è riconducibile ad un'origine "primaria-profonda", legata ai depositi ad elevato contenuto argilloso o di concentrazione biologica primaria (Figura 39).

Composti organo-alogenati volatili

Se ne evidenzia una distribuzione pressoché ubiquitaria nella zona pedecollinare (Figura 40), riconducibile, in un'area ad elevata permeabilità, all'intensa pressione antropica di diffusi insediamenti industriali-artigianali. Per l'anno 2016, si è deciso di rappresentare anche la distribuzione dei 6 composti clorurati cancerogeni secondo quanto previsto dal D.Lgs. 30/09 (Figura 41), che concorrono, assieme a numerosi altri composti non cancerogeni, a determinare i Composti organo-alogenati totali. Sono state inoltre cartografate solo le sostanze ritrovate in falda: Tricloroetilene, Triclorometano e Tetracloroetilene (Figura 42, Figura 43, Figura 44). I pozzi interessati da tale presenza sono pressoché sempre gli stessi per tutti i composti organo-alogenati indagati; si riscontra una riduzione delle concentrazioni di tali sostanze, ad eccezione dei pozzi MO 60-00, MO71-01 e MO 50-03 le cui concentrazioni risultano in tendenziale aumento.

Altre sostanze pericolose

Non si è evidenziata la presenza di Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.), Composti Organici Aromatici, Nitrobenzeni, Clorobenzeni, Diossine, Furani e PCB in alcun pozzo della rete di monitoraggio.

Si rileva la presenza di fitofarmaci in alcuni pozzi freatici la cui descrizione si rimanda ai capitoli successivi (Figura 15).

Valutazione dei corpi idrici sotterranei

Stato quantitativo delle Acque Sotterranee (SQUAS)

Lo SQUAS è un indice che riassume in modo sintetico lo stato quantitativo di un corpo idrico sotterraneo, basandosi sulle misure di livello/portata in relazione alle caratteristiche dell'acquifero (tipologia complesso idrogeologico, caratteristiche idrauliche) e del relativo sfruttamento (pressioni antropiche).

Lo SQUAS attribuito a ciascun corpo idrico viene definito da due classi, "buono" e "scarso", secondo lo schema del D.Lgs. 30/09 (Tabella 4 dell'Allegato 3); la classe "buono" viene attribuita ai corpi idrici sotterranei nei quali il livello/portata di acque sotterranee 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"*. Di conseguenza, il livello delle acque sotterranee non subisce alterazioni antropiche tali da:

- impedire il conseguimento degli obiettivi ecologici specificati per le acque superficiali connesse;
- comportare un deterioramento significativo della qualità di tali acque;
- recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo.

Scopo di questo indice è quello di evidenziare in modo sintetico le zone sulle quali insiste una criticità ambientale dal punto di vista quantitativo della risorsa idrica sotterranea. Lo SQUAS valuta lo stato quantitativo della risorsa, interpretandolo in termini di equilibrio di bilancio idrogeologico dell'acquifero ovvero della capacità di sostenere sul lungo periodo gli emungimenti (pressioni antropiche) che su di esso insistono in rapporto ai fattori di ricarica.

Entrano in gioco in questo caso le caratteristiche intrinseche di potenzialità dell'acquifero, nonché quelle idrodinamiche e quelle legate alle capacità di ricarica, rappresentate per i corpi idrici di pianura dalla tendenza nel tempo che assume il livello piezometrico.

Lo SQUAS descrive pertanto lo stato di sfruttamento e la disponibilità delle risorse idriche sotterranee in un'ottica di sviluppo sostenibile e compatibile con le attività antropiche. Tale indice può essere di supporto per la pianificazione e per una corretta gestione della risorsa idrica, individuando i corpi idrici sotterranei che necessitano di una riduzione progressiva dei prelievi e/o un incremento della ricarica.

La metodologia utilizzata da ARPA Emilia Romagna per la valutazione dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei è descritta nel report regionale 2013-15 (Ferri, Marcaccio 2016) e di seguito riassunta:

- sono state verificate le misure disponibili dal 2002 al 2015, al fine di ottenere 2 misure per ciascun anno in modo da caratterizzare in primavera il massimo livello e in autunno il minimo livello piezometrico;
- è stato calcolato il trend della piezometria espresso in metri/anno utilizzando i dati presenti per un arco temporale di almeno 5 anni (2 misure/anno);
- il valore di trend della piezometria è stato ottenuto come coefficiente angolare della retta di regressione dei dati di piezometria. Alla stazione è stato attribuito lo stato "buono" per valori di trend positivi o uguali a zero e lo stato scarso per valori negativi.

Il valore di trend della piezometria, calcolato per ciascuna stazione, viene poi spazializzato sia per i corpi idrici confinati superiori che per quelli confinati inferiori.

Di seguito si riporta la valutazione dello stato quantitativo rilevato al 2016, in ciascun pozzo della rete di controllo.

Codice RER	Nome Corpo idrico sotterraneo	SQUAS 2016
MO03-02	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	Buono
MO07-01	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	Buono
MO08-00	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	Buono
MO10-01	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Scarso
MO11-00	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono
MO12-01	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono
MO13-01	Conoide Secchia - confinato superiore	Buono
MO14-00	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono
MO15-01	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono
MO16-00	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono
MO17-02	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Scarso
MO19-00	Conoide Secchia - confinato superiore	Buono
MO20-00	Conoide Secchia - confinato superiore	Buono
MO20-02	Conoide Secchia - confinato superiore	Buono
MO22-01	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono
MO24-01	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono
MO25-00	Conoide Secchia - libero	Scarso
MO26-01	Conoide Secchia - libero	Buono
MO28-01	Conoide Tiepido - confinato superiore	Buono
MO29-01	Conoide Panaro - libero	Buono
MO30-00	Conoide Panaro - libero	Scarso
MO30-02	Conoide Panaro - libero	Buono
MO31-02	Conoide Panaro - libero	Buono
MO32-01	Conoide Panaro - libero	Buono
MO34-00	Conoide Panaro - libero	Buono
MO35-03	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono
MO36-00	Conoide Secchia - libero	Buono
MO37-02	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Scarso
MO41-01	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	Buono
MO43-01	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	Buono
MO44-01	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	Buono
MO45-01	Pianura Alluvionale - confinato inferiore	Buono
MO47-00	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	Buono
MO48-01	Pianura Alluvionale - confinato inferiore	Buono
MO50-03	Conoide Panaro - libero	Scarso
MO51-00	Conoide Tiepido - libero	Buono
MO53-00	Conoide Panaro - libero	Buono
MO55-00	Conoide Panaro - libero	Buono
MO56-02	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono
MO59-00	Conoide Secchia - libero	Buono
MO60-00	Conoide Tiepido - libero	Scarso

Codice RER	Nome Corpo idrico sotterraneo	SQUAS 2016
MO63-00	Conoide Tiepido - confinato superiore	Buono
MO64-00	Conoide Panaro - libero	Buono
MO65-00	Conoide Tiepido - confinato inferiore	Buono
MO66-00	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono
MO68-01	Conoide Tiepido - confinato superiore	Buono
MO69-00	Conoide Secchia - confinato superiore	Buono
MO71-01	Conoide Secchia - libero	Buono
MO72-01	Conoide Secchia - libero	Buono
MO74-00	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono
MO75-00	Conoide Secchia - confinato superiore	Buono
MO76-00	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono
MO77-01	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono
MO80-00	Pianura Alluvionale - confinato inferiore	Buono

Tabella 9 - Stato quantitativo delle acque sotterranee provinciali (verde: stato buono; rosso: stato scarso).

Di seguito si rappresentano graficamente i punti di controllo elencati in Tabella 9, indicandone la percentuale di appartenenza allo stato qualitativo buono e scarso.

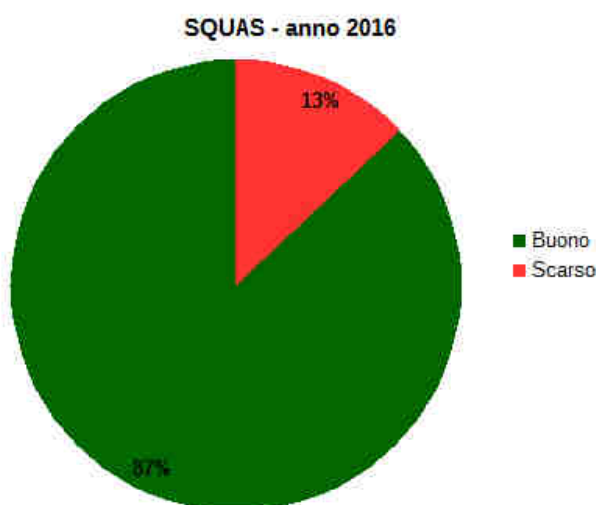


Figura 11 – Percentuale di pozzi in stato quantitativo buono o scarso nell'anno 2016.

Come si evince dal grafico a torta riportato in Figura 11, solamente il 13% dei pozzi risulta in stato quantitativo scarso. I pozzi in questione appartengono alle conoidi Panaro, Secchia e Tiepido libero e alla Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore (Tabella 9).

Stato qualitativo (SCAS)

Lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei è elaborato utilizzando la metodologia individuata dal D.Lgs. 30/2009 e 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). Il superamento dei valori di riferimento, anche per un solo parametro, è indicativo del rischio di non aggiungere lo stato di "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".

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 assume 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.

La normativa prevede che lo stato chimico venga calcolato per ciascuna stazione di monitoraggio per ciascun anno durante il quale si effettua il monitoraggio chimico. Per poter attribuire uno stato del triennio a ciascuna stazione di monitoraggio, viene considerato lo stato prevalente nel periodo e le sostanze critiche; per ciascun punto sono state valutate tutte le sostanze riscontrate nella stazione che hanno causato uno stato scarso.

In Tabella 10 si riporta la valutazione di dettaglio lo stato chimico, elaborato per singola stazione provinciale, dove il colore verde rappresenta lo stato buono, mentre il rosso lo stato scarso.

Codice RER	Nome Corpo idrico sotterraneo	SCAS 2016	Parametri critici SCAS 2016	Parametri che determinano SCAS 2016 Buono per aumento valori soglia
MO-F01-00	Freatico di pianura fluviale	Buono		
MO-F02-00	Freatico di pianura fluviale	Buono		
MO-F05-00	Freatico di pianura fluviale	Buono		
MO-F08-00	Freatico di pianura fluviale	Buono		
MO-F13-00	Freatico di pianura fluviale	Scarso	Sommatoria fitofarmaci, Terbutilazina, Terbutilazina Desetil	
MO-F20-00	Freatico di pianura fluviale	Buono		
MO03-02	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	Buono		Conducibilità elettrica specifica (20°C), Cloruri, Ione Ammonio
MO07-01	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	Buono		Boro, Ione Ammonio
MO08-00	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	Buono		Boro, Ione Ammonio
MO10-01	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Scarso	Piombo	Ione Ammonio
MO11-00	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono		Boro, Ione Ammonio
MO13-01	Conoide Secchia - confinato superiore	Buono		
MO14-00	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono		Ione Ammonio
MO15-01	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono		Ione Ammonio
MO16-00	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono		Ione Ammonio

Codice RER	Nome Corpo idrico sotterraneo	SCAS 2016	Parametri critici SCAS 2016	Parametri che determinano SCAS 2016 Buono per aumento valori soglia
MO17-02	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono		Ione Ammonio, Arsenico
MO19-00	Conoide Secchia - confinato superiore	Buono		
MO20-00	Conoide Secchia - confinato superiore	Scarso	Nitrati	
MO20-02	Conoide Secchia - confinato superiore	Scarso	Nitrati	
MO22-01	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono		Ione Ammonio
MO23-02	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono		
MO24-01	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono		
MO25-00	Conoide Secchia - libero	Buono		
MO26-01	Conoide Secchia - libero	Scarso	Nitrati, Tetracloroetilene	
MO27-01	Conoide Secchia - libero	Scarso	Tetracloroetilene	
MO28-01	Conoide Tiepido - confinato superiore	Scarso	Nitrati	
MO29-01	Conoide Panaro - libero	Buono		
MO30-00	Conoide Panaro - libero	Buono		
MO30-02	Conoide Panaro - libero	Buono		
MO31-02	Conoide Panaro - libero	Buono		
MO32-01	Conoide Panaro - libero	Buono		
MO34-00	Conoide Panaro - libero	Buono		
MO35-03	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono		Ione Ammonio
MO36-00	Conoide Secchia - libero	Scarso	Nitrati	
MO37-02	Pianura Alluvionale Appenninica - confinato superiore	Buono		Ione Ammonio, Arsenico
MO38-02	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	Buono		Ione Ammonio
MO41-01	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	Buono		Boro, Ione Ammonio
MO42-01	Conoide Tiepido - confinato inferiore	Buono		
MO43-01	Transizione Pianura Appenninica-Padana - confinato superiore	Buono		Boro, Ione Ammonio
MO44-01	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	Buono		Boro, Ione Ammonio
MO45-01	Pianura Alluvionale - confinato inferiore	Buono		Ione Ammonio
MO47-00	Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore	Buono		Ione Ammonio
MO50-03	Conoide Panaro - libero	Scarso	Tetracloroetilene	
MO51-00	Conoide Tiepido - libero	Scarso	Nitrati, Triclorometano	
MO53-00	Conoide Panaro - libero	Scarso	Nitrati	
MO55-00	Conoide Panaro - libero	Buono		
MO56-02	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono		
MO57-01	Conoide Panaro - libero	Scarso	Tetracloroetilene	
MO58-00	Conoide Secchia - libero	Scarso	Nitrati	
MO59-00	Conoide Secchia - libero	Scarso	Boro, Tetracloroetilene	
MO60-00	Conoide Tiepido - libero	Scarso	Tricloroetilene, Tetracloroetilene	
MO61-02	Conoide Secchia - libero	Scarso	Nitrati, Triclorometano	
MO62-00	Conoide Panaro - libero	Buono		
MO63-00	Conoide Tiepido - confinato superiore	Scarso	Nitrati	
MO65-00	Conoide Tiepido - confinato inferiore	Scarso	Boro	
MO66-00	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono		
MO68-01	Conoide Tiepido - confinato superiore	Buono		

Codice RER	Nome Corpo idrico sotterraneo	SCAS 2016	Parametri critici SCAS 2016	Parametri che determinano SCAS 2016 Buono per aumento valori soglia
MO69-00	Conoide Secchia - confinato superiore	Buono		
MO71-01	Conoide Secchia - libero	Scarso	Tetracloroetilene	
MO72-01	Conoide Secchia - libero	Scarso	Nitrati	
MO73-01	Conoide Secchia - libero	Buono		
MO74-00	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono		
MO75-00	Conoide Secchia - confinato superiore	Buono		
MO76-00	Conoide Panaro - confinato superiore	Buono		
MO77-01	Conoide Panaro - confinato superiore	Scarso	Nitrati	
MO82-00	Pianura Alluvionale - confinato inferiore	Buono		Ione Ammonio
MO87-00	Conoide Panaro - confinato inferiore	Buono		Ione Ammonio

Tabella 10 - Stato qualitativo delle acque sotterranee provinciali (verde: stato buono; rosso: stato scarso).

Come per lo stato quantitativo, sono state graficizzate le percentuali di pozzi in stato chimico buono e scarso per l'anno 2016.

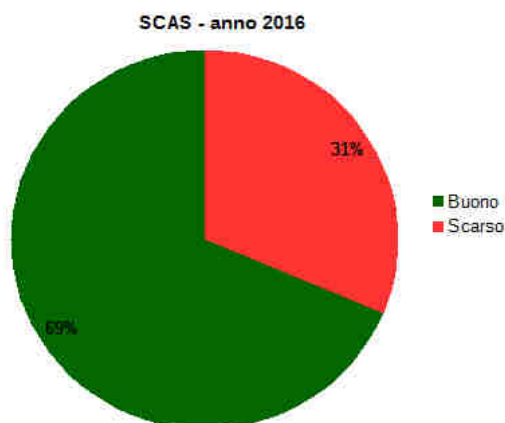


Figura 12 – Percentuale di pozzi in stato qualitativo buono e scarso nell'anno 2016.

Come si evince dai grafici a torta riportati in Figura 12, i pozzi con stato qualitativo scarso risultano poco meno di un terzo della totalità dei punti di controllo.

Tra le sostanze critiche che hanno concorso alla determinazione dello stato scarso, oltre alle principali famiglie di inquinanti, tra cui i nitrati che risultano essere l'elemento principale nelle porzioni di conoide libera e confinato superiore, seguiti dagli organo-alogenati nelle porzioni libere delle conoidi, si rilevano:

- metalli: nei pozzi MO59-00 e MO65-00 si rileva Boro, mentre nel MO10-01 si rileva il Piombo;
- fitofarmaci (Sommatoria fitofarmaci, Terbutilazina, Terbutilazina Desetil) nel pozzo freatico MO-F13-00.

Di seguito si riporta un approfondimento relativo all'analisi dei principali inquinanti presenti nelle falde acquifere modenesi.

Concentrazione di nitrati

La presenza dell'azoto nitrico nelle acque sotterranee è correlabile all'entità delle pressioni antropiche di un territorio, sia di tipo diffuso, come l'uso di fertilizzanti azotati in agricoltura o lo smaltimento di reflui zootecnici, sia di tipo puntuale, come le potenziali perdite da reti fognarie, ma anche gli scarichi puntuali di reflui urbani e industriali. La presenza di nitrati nelle acque sotterranee, ma soprattutto la loro eventuale tendenza all'aumento nel tempo, costituisce uno degli aspetti più preoccupanti dell'inquinamento delle acque sotterranee in virtù delle caratteristiche della molecola; sono infatti ioni molto solubili, difficilmente immobilizzabili dal terreno, che percolano facilmente nel suolo raggiungendo, quindi, l'acquifero (vedi Capitolo 2).

Il limite nazionale sulla presenza di nitrati nelle acque sotterranee è pari a 50 mg/l, stabilito dal D. Lgs. 30/09 di recepimento della Direttiva europea 2006/118/CE che a sua volta modifica il D. Lgs. 152/06. Il limite di 50 mg/l coincide con il limite delle acque destinate al consumo umano (D.Lgs. 31/01).

La misura della concentrazione di nitrati in falda ha lo scopo di individuare le acque sotterranee maggiormente compromesse dal punto di vista qualitativo per cause antropiche. La concentrazione di nitrati è uno dei principali parametri per la definizione della classe di stato chimico delle acque sotterranee, che si riflette poi sullo stato ambientale complessivo della risorsa. È un indicatore importante anche per individuare e indirizzare le azioni di risanamento da adottare attraverso gli strumenti di pianificazione della risorsa idrica e consente poi di monitorarne gli effetti, al fine di verificarne il perseguimento degli obiettivi di qualità ambientale. È utile, inoltre, per orientare e ottimizzare nel tempo i programmi di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei.

Nell'anno in esame, lo standard di qualità per i nitrati è stato superato in numerosi punti di controllo, in particolare nei corpi idrici liberi e confinati superiori che risultano i più vulnerabili ad eventuali percolazioni dal piano campagna (Figura 13).

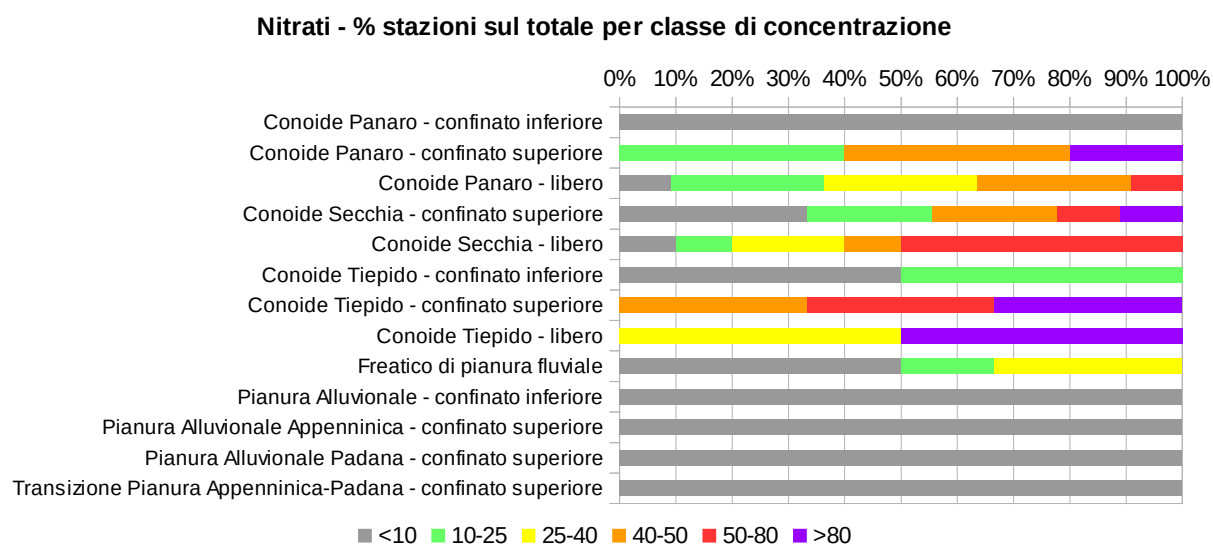


Figura 13 – Presenza di nitrati nei corpi idrici sotterranei della pianura modenese.

Non sono presenti, invece, punti di controllo con concentrazioni significative di nitrati nella pianura alluvionale appenninica e padana, le cui acque risultano meno vulnerabili all'inquinamento, oltre ad essere caratterizzate da acque mediamente più antiche e con condizioni chimico-fisiche prevalentemente riducenti; in questa parte del territorio i composti azotati si ritrovano nella forma ridotta di ione ammonio.

Al contrario, gli acquiferi freatici di pianura sono caratterizzati da elevata vulnerabilità, avendo lo spessore medio di circa 10 m, ed essendo in relazione diretta con i corsi d'acqua e i canali superficiali per tutta la pianura. L'acquifero freatico, è rientrato nella rete dei controlli solamente dal 2010, pertanto la conoscenza di questi acquiferi non consente di effettuare affermazioni ben consolidate.

Le aree di conoide alluvionale, perlopiù 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.

Dei 67 punti di controllo afferenti alle conoidi ed alla pianura alluvionale (Figura 13), il 18% dei punti supera il limite normativo dei 50 mg/l, di cui solo 4 pozzi (6%) presenta concentrazioni di nitrati >80 mg/l, e il 12% (8 pozzi) si attesta su concentrazioni tra 50 e 80 mg/l; nel 41% dei punti di monitoraggio, le concentrazioni di nitrati risultano inferiori ai 10 mg/l.

Nonostante l'elevata vulnerabilità, i corpi idrici freatici di pianura presentano un range di concentrazioni di nitrati non particolarmente elevato; infatti 3 pozzi su 6 rilevano concentrazioni di nitrati inferiori a 10 mg/l, 1 pozzo tra 10 e 25 mg/l e 2 pozzi tra 25 e 40 mg/l.

Organo-alogenati

I composti organo-alogenati 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.

Il limite nazionale sulla presenza di tali composti nelle acque sotterranee, come sommatoria media annua, definito dal D. Lgs. 30/09, è pari a 10 µg/l, del quale, seppure rimasta invariata la concentrazione rispetto la normativa previgente, sono state modificate le sostanze che concorrono alla sommatoria, rendendo quindi meno immediato il confronto con le versioni precedenti dell'indice. Oltre il limite di sommatoria, il DLgs 30/09 ha introdotto anche un limite per ciascuna delle singole sostanze che concorrono alla sommatoria, che viene riportato di seguito tra parentesi: Triclorometano (0,15 µg/l), Cloruro di vinile (0,5 µg/l), 1,2 Dicloroetano (3 µg/l), Tricloroetilene (1,5 µg/l), Tetracloroetilene (1,1 µg/l), Esaclorobutadiene (0,15 µg/l).

Le sostanze organo-alogenate risultano indicatori di acque sotterranee maggiormente compromesse dal punto di vista qualitativo per cause antropiche di origine prevalentemente industriale da attività attuali e pregresse.

Nel 2016 la sommatoria dei composti organo-alogenati è stata determinata su 52 stazioni di monitoraggio: 38 (73%) presentano concentrazioni <0,15 µg/l, 10 (19%) tra 0,15 e 2 µg/l e 4 (8%) tra 2 e 7,5 µg/l; nessun punto risulta superare il limite normativo dei 10 µg/l.

Sommatoria organoalogenati - % stazioni sul totale per classe di concentrazione - anno 2016

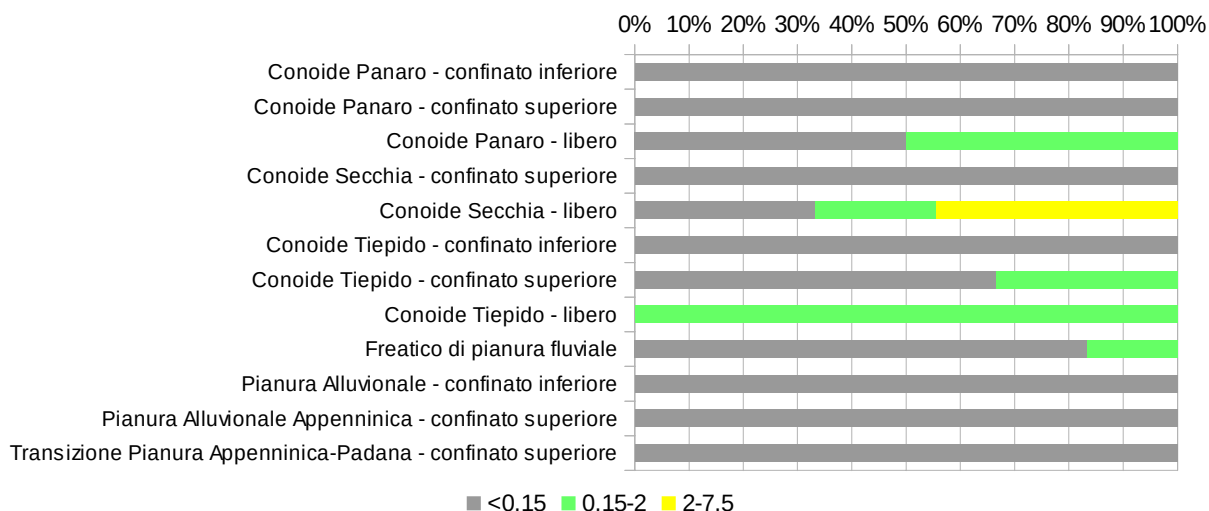


Figura 14 – Presenza di organo-alogenati nei corpi idrici sotterranei della pianura modenese.

I corpi idrici freatici, pur essendo caratterizzati da elevata vulnerabilità, non presentano nel 2016 situazioni di criticità sia come sommatoria di organo-alogenati, che come composti singoli. Si rileva la presenza di Tricloroetilene solo nel pozzo MO-F08-00 con concentrazione pari a 0,05 µg/l.

Si conferma inoltre la presenza di altre sostanze organo-alogenate alifatiche non previste dal D.Lgs. 30/09, pertanto non conteggiate nella sommatoria degli organoalogenati, tra cui 1,1-Dicloroetilene e 1,1,1-Tricloroetano, molecole presenti in concentrazioni maggiori che interessano in particolare il pozzo MO60-00 ubicato nel corpo idrico della conoide del Tiepido libero, oggetto di approfondimenti.

Fitofarmaci

I fitofarmaci non sono presenti in natura e fanno parte dell'elenco delle sostanze pericolose da monitorare con particolare attenzione. Si fa uso di queste sostanze in agricoltura, come ad esempio erbicidi e insetticidi, in diversi periodi dell'anno a seconda della coltura. Sono quindi distribuiti sul terreno agrario e rappresentando una fonte diffusa.

La presenza media annua dei fitofarmaci, definita nel D. Lgs. 30/09 che recepisce la Direttiva 2006/118/CE, non deve superare 0,5 µg/l come sommatoria totale e 0,1 µg/l come singolo principio attivo.

I fitofarmaci analizzati nel monitoraggio 2016 sono complessivamente 90. I limiti di quantificazione (LOQ) dei singoli principi attivi, variano da 0,01 µg/l a 0,05 µg/l in funzione della sostanza analizzata che è stata individuata sulla base delle pressioni antropiche e delle caratteristiche chimiche e chemiodinamiche della sostanza medesima. Altri singoli principi attivi possono essere individuati durante le attività analitiche se presenti nel campione in concentrazione significativa.

Per la determinazione della sommatoria, come indicato dalla normativa, sono stati considerati i soli valori di concentrazione superiori al limite di quantificazione della metodica analitica.

I fitofarmaci risultano un indicatore di acque sotterranee maggiormente compromesse dal punto di vista qualitativo per cause antropiche legate al settore agricolo. La concentrazione di fitofarmaci è uno dei parametri per la definizione della classe di stato chimico delle acque sotterranee, che si riflette poi sullo stato ambientale

Bibliografia

Arpa Emilia Romagna, Sez. Prov. Modena, (2016) "Report sulle acque superficiali in provincia di Modena – Report 2010-2012".

Arpa Emilia Romagna, Sez. Prov. Modena, (2013) "Report sulle acque superficiali in provincia di Modena – Report 2010-2011".

Arpa Emilia-Romagna, 2016. "Valutazione dello stato delle acque sotterranee – 2014 -2015". (A cura di Donatella Ferri e Marco Marcaccio)

Arpa Emilia-Romagna, 2013. "Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei dell'Emilia-Romagna ai sensi delle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE. Triennio 2010-2012". (A cura di Donatella Ferri e Marco Marcaccio)

Arpa Emilia-Romagna. La Qualità dell'ambiente in Emilia-Romagna. Annuario dei dati 2016

Arpa Emilia-Romagna. La Qualità dell'ambiente in Emilia-Romagna. Annuario dei dati 2015

Arpa Emilia-Romagna. La Qualità dell'ambiente in Emilia-Romagna. Annuario dei dati 2014

Arpa Emilia-Romagna. La Qualità dell'ambiente in Emilia-Romagna. Annuario dei dati 2013

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"

Arpa Emilia-Romagna, 2010. "Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee. Relazione annuale dati 2008. Relazione triennale 2006-2008". (A cura di Marco Marcaccio)

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

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, pp 19-31

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, pp 1-73

Regione Emilia-Romagna, Arpa Emilia-Romagna (2005), "Le caratteristiche degli acquiferi dell'Emilia-Romagna - Report 2003". A cura di A. Fava, M. Farina, M. Marcaccio. Rapporto tecnico Arpa Emilia-Romagna, Scandiano (RE)

I quaderni di ARPA, 2005 – "Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane, nuovi strumenti di valutazione delle dinamiche di mobilitazione".

European Commission, 2009. Guidance on groundwater status and trend assessment, guidance document no 18. Technical Report 2009, ISBN 978-92-79-11374-1 European Communities, Luxembourg, 2009.

Regione Emilia-Romagna, 2005. Piano di Tutela delle Acque. Deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 40 del 21/12/2005.

Regione Emilia-Romagna, 2010. Delibera di Giunta n. 350, "Approvazione delle attività della Regione Emilia-Romagna riguardanti l'implementazione della Direttiva 2000/60/CE ai fini della redazione ed adozione dei Piani di Gestione dei Distretti idrografici Padano, Appennino settentrionale e Appennino centrale.
<http://ambiente.regione.emiliaromagna.it/acque/temi/piani%20di%20gestione>

Regione Emilia-Romagna, 2015. Delibera di Giunta n. 1781, "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"; All. 5 - Valutazione dello stato delle acque sotterranee, A cura di Donatella Ferri e Marco Marcaccio. <http://ambiente.regione.emiliaromagna.it/acque/informazioni/documenti/aggiornamento-del-quadro-conoscitivo-diriferimento-carichi-inquinanti-bilanci-idrici-e-stato-delle-acque-ai-fini-del-riesame-deipiani-di-gestione-distrettuali-2015-2021>

Regione Emilia-Romagna, Arpa Emilia-Romagna, 2005. Le caratteristiche degli acquiferi dell'Emilia-Romagna – Report 2003. A cura di A. Fava, M. Farina, M. Marcaccio. Rapporto tecnico Arpa Emilia-Romagna, Scandiano (RE). 244 pp. http://www.arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=553&idlivello=234