

**Acque sotterranee
caratteristiche
quali - quantitative
anni 2010-2012**

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 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.

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).

L'applicazione dei nuovi criteri normativi ha modificato in modo significativo il sistema di monitoraggio delle acque sotterranee adottato fino al 2009 (ai sensi del DLgs 152/1999), portando a:

- nuova individuazione dei corpi idrici sotterranei che rispetto al passato coprono l'intero territorio regionale;
- nuovi programmi di monitoraggio che riguardano il periodo 2010 – 2015
- nuovi criteri per la definizione del *buono stato chimico* e del *buono stato quantitativo*, riferiti a ciascun corpo idrico o raggruppamento di corpi idrici.

Pertanto 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 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.

Rispetto al passato, dove i corpi idrici sotterranei erano limitati alla porzione di pianura profonda del territorio regionale, sono stati individuati i **corpi idrici montani** e i **corpi idrici freatici di pianura** (contenuti entro i 10-15 metri di profondità), mentre per la pianura profonda sono stati distinti corpi idrici sovrapposti sulla verticale (**confinati superiori** e **confinati inferiori**).

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

Il programma di monitoraggio prevede frequenze differenziate:

- **semestrale** (primavera e autunno) per ciascun anno;
- **semestrale** (primavera e autunno) con **cicli biennali** per le acque sotterranee profonde di pianura;
- **semestrale** (primavera e autunno) con **cicli triennali** per le sorgenti montane dove le pressioni antropiche sono ridotte.

Le frequenze sono stabilite in funzione del rischio di non raggiungere lo stato di buono al 2015 (monitoraggio di **sorveglianza** oppure **operativo**), dalla vulnerabilità alle pressioni antropiche e dalla tipologia di flusso delle acque sotterranee che determina i tempi di rinnovamento della risorsa.

ASPETTI IDROGEOLOGICI

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, 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 (Figura 1).

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.

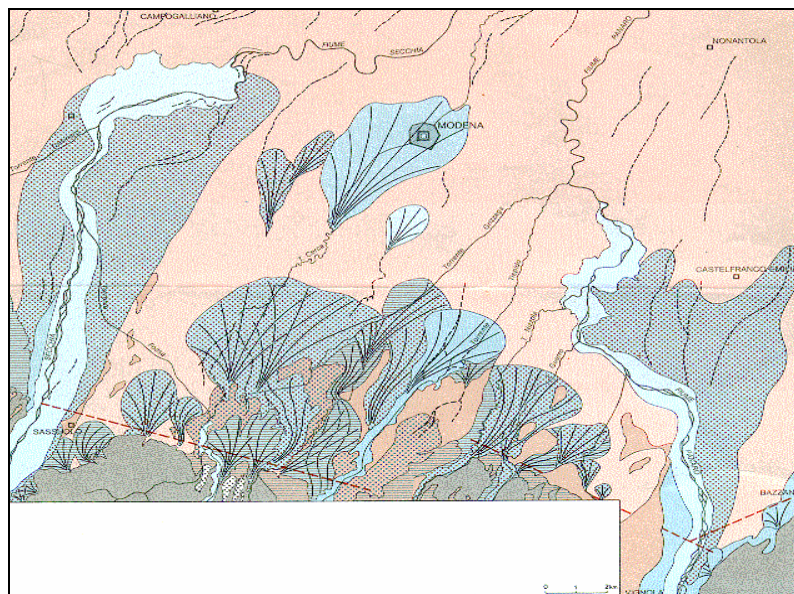


Figura 1 - Da carta della litologia di superficie (Gelmini-Paltrinieri 1988).

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 2). 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	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	FORMAZIONE DI OLMATELLO	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA' DI SOLA	SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITA' DI BORGO PANIGALE	ORIZZONTE DI FOSSOLO	UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	0.125	A	A0	
	DILUVIUM p.p.														A1	
															A2	
															A3	
															A4	
QUATERNARIO MARINO	MILAZZIANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	SUPERSINTEMA DEL QUATERNARIO MARINO				SUBSINTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	SUBSINTEMA QUATERNARIO MARINO 3'					PLEISTOCENE MEDIO		B	B1	
	MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.														B2	
	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.														B3	
	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.														B4	

Figura 2 - 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 3 e Figura 4).

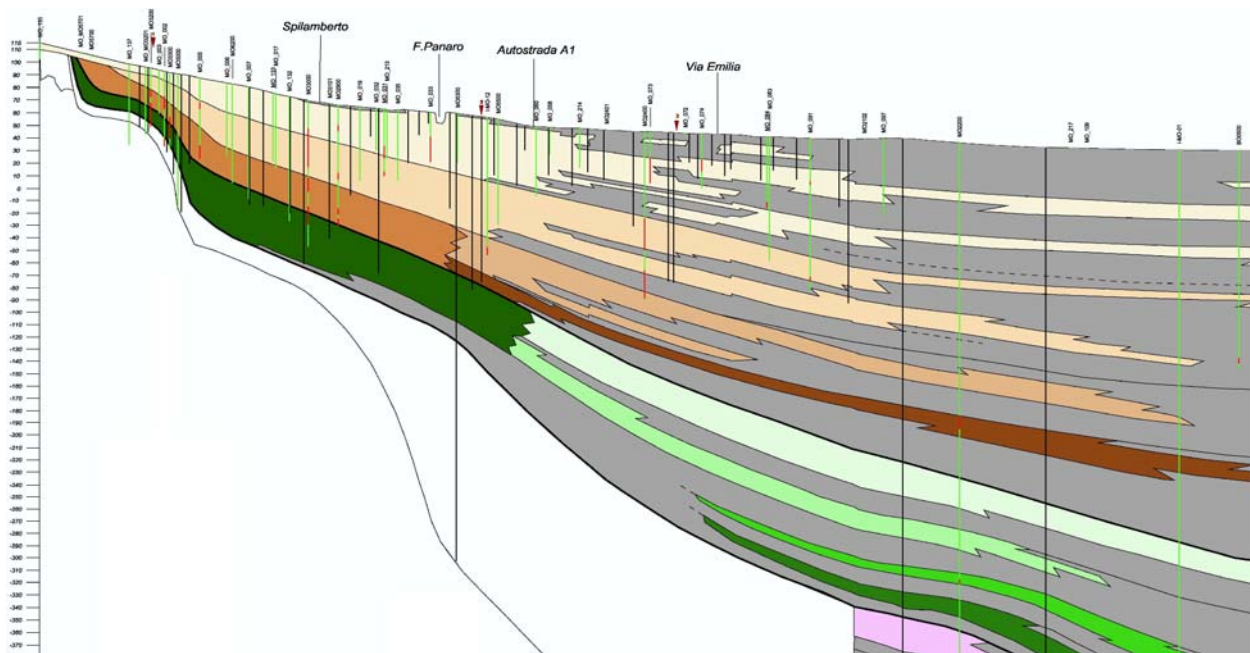


Figura 3 – Sezione geologica fiume Panaro.

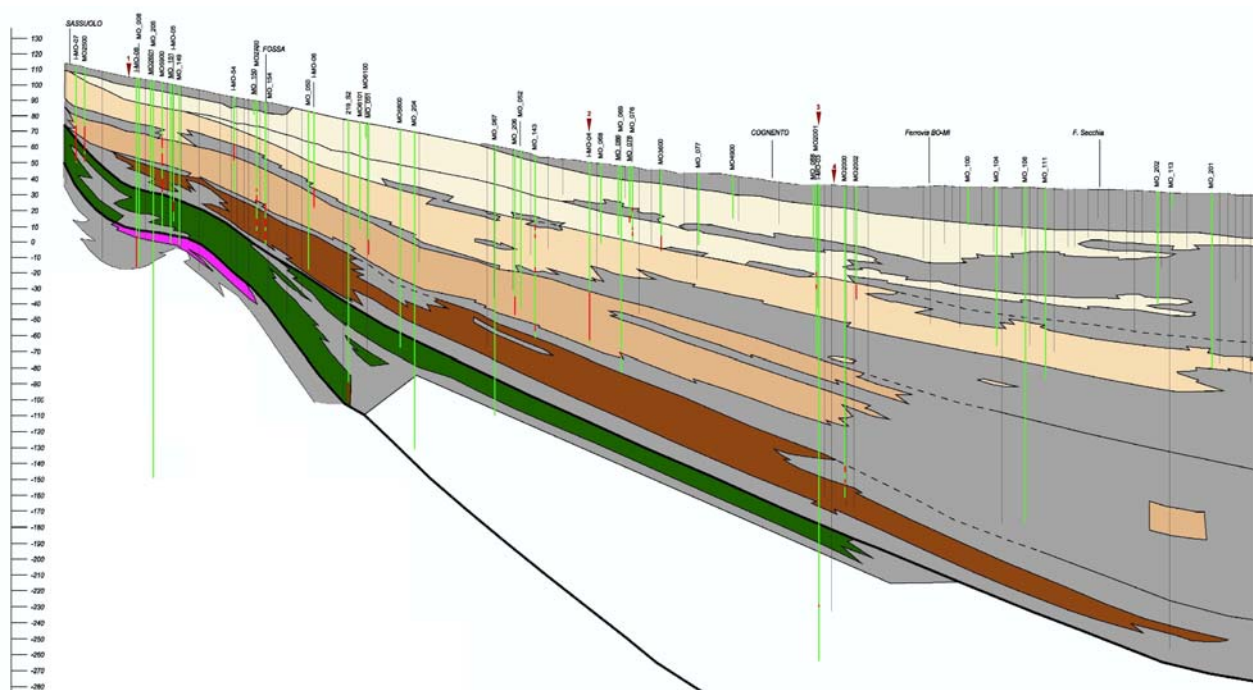


Figura 4– Sezione geologica fiume Secchia.

CRITERI PER IDENTIFICARE I CORPI IDRICI SOTTERRANEI AI SENSI DELLA DIRETTIVA 2000/60/CE

L'identificazione e la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei, secondo il punto 2 dell'Allegato II della direttiva e secondo l'Allegato 1 del D.Lgs. 30/2009, deve essere fatta individuando i seguenti elementi:

- identificazione e delimitazione dei corpi idrici sotterranei su base geologica/idrogeologica;
- pressioni cui i singoli corpi idrici sotterranei rischiano di essere sottoposti, distinte in:
 - fonti diffuse di inquinamento;
 - fonti puntuali di inquinamento;
 - prelievi idrici;
 - ravvenamento artificiale;
- individuazione e caratterizzazione delle aree di ricarica naturale del corpo idrico sotterraneo;
- individuazione dei corpi idrici sotterranei da cui dipendono direttamente ecosistemi acquatici superficiali ed ecosistemi terrestri.

Le attività di ulteriore caratterizzazione e riesame degli impatti determinati dalle attività antropiche sia sullo stato quantitativo che su quello chimico delle acque sotterranee, sono esplicitati in termini di ulteriori approfondimenti sugli elementi sopra elencati, al fine di definire un modello concettuale all'interno del quale collocare le relazioni tra i diversi corpi idrici individuati.

E' importante riportare alcune definizioni contenute nella Direttiva 2000/60/CE:

- il corpo idrico sotterraneo è un volume distinto di acque sotterranee contenute da una porzione, uno o più acquiferi;
- l'acquifero consta di uno o più strati sotterranei di roccia o altri strati geologici di porosità e permeabilità sufficiente da consentire un flusso significativo di acque sotterranee o l'estrazione di quantità importanti di acque sotterranee;
- le acque sotterranee sono tutte le acque che si trovano sotto la superficie del suolo nella zona di saturazione e a contatto diretto con il suolo o il sottosuolo;

E' quindi chiaro che l'obiettivo di buono stato che ogni corpo idrico deve raggiungere al 2015, determinato dal buono stato sia quantitativo che chimico, riguarda tutte le tipologie di corpi idrici sotterranei. Nel caso dell'Emilia Romagna ciò riguarda sia gli acquiferi della zona di pianura che quelli della zona montana, nella quale le acque sotterranee si manifestano prevalentemente come sorgenti.

Nell'Allegato 1 al D.Lgs. 30/2009 si prevede che per l'individuazione dei corpi idrici sotterranei si debba in successione caratterizzare:

- complessi idrogeologici;
- subcomplessi;
- tipologie di acquifero (assetto idraulico);
- acquifero (unità di bilancio);
- corpo idrico.

Per complesso idrogeologico si intende in particolare l'insieme di uno o più termini litologici aventi caratteristiche idrogeologiche simili (assetto idrogeologico, permeabilità, porosità, capacità di infiltrazione,

vulnerabilità, facies idrochimiche). Al suo interno possono essere distinti dei subcomplessi. La definizione dei complessi idrogeologici riguarda la scala regionale/nazionale.

Una volta individuati i complessi idrogeologici occorre identificare gli acquiferi in essi contenuti attraverso la verifica di quantità significativa di acqua o di flusso significativo. Nel caso uno o entrambi i criteri siano soddisfatti, le unità stratigrafiche sono da considerarsi acquiferi.

Identificati gli acquiferi occorre delimitare i corpi idrici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE, al fine di ottenere una massa d'acqua caratterizzata da omogeneità nello stato qualitativo e quantitativo tale da permettere, con un opportuno programma di monitoraggio, la valutazione dello stato ambientale e di individuarne il trend. I criteri per la delimitazione dei corpi idrici sotterranei sono riconducibili ai seguenti:

- confini idrogeologici
- differenze nello stato di qualità ambientale

Nell'individuazione dei corpi idrici si è quindi tenuto conto delle caratteristiche geologiche/idrogeologiche e degli impatti determinati dalle pressioni antropiche sugli acquiferi o porzioni di acquiferi.

Corpi idrici di pianura ai sensi della Direttiva 2000/60/CE

Dalla ricostruzione dei corpi idrici sotterranei già fatta nel Piano di Tutela, escludendo l'acquifero libero presente nella porzione più meridionale della pianura in corrispondenza della zona delle conoidi, la gran parte della pianura emiliano-romagnola è formata da un acquifero multifalda, in cui la porzione grossolana dei complessi acquiferi è sede di una falda semi confinata o confinata. I dati già disponibili dai monitoraggi effettuati indicano che spesso le diverse falde hanno caratteristiche qualitative e quantitative differenti tra loro. Le falde più superficiali hanno tempi di ricarica più veloci e generalmente un impatto antropico maggiore sia come sfruttamento della risorsa che come carico di inquinanti. Questo ultimo caso si verifica soprattutto nelle zone di ricarica dell'acquifero principale o subito a valle delle stesse.

Per quanto riguarda invece la ricostruzione delle pressioni sullo stato quantitativo, si è tenuto conto della loro distribuzione anche sulla verticale. Per i complessi idrogeologici della piana alluvionale emerge che la pressione è concentrata soprattutto negli acquiferi più superficiali, individuati prevalentemente nei complessi acquiferi A1 e A2. La pressione si attenua poi in quelli sottostanti. Diversa è la situazione per la piana alluvionale appenninica e soprattutto per la parte distale delle conoidi, dove la pressione sembra permanere anche negli acquiferi A3, A4 e parte del B.

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 come peraltro era già stato schematizzato nel Piano di Tutela regionale delle Acque.

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, che nel Piano di Tutela delle Acque questo

limite era solo indicativo e non di suddivisione dei corpi idrici. La distinzione 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 verso quella distale di conoide. 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.

L'analisi dello stato chimico delle acque ha evidenziato in prossimità del confine provinciale con il territorio ferrarese, elevate concentrazioni di cloruri e conseguentemente di conducibilità elettrica. E' infatti noto che in questa zona sono presenti acque fossili di origine marina, in alcuni casi richiamate verso la superficie dai prelievi idrici.

Oltre ai corpi idrici sotterranei individuati, occorre evidenziare tra tutti l'acquifero freatico di pianura, che nel Piano di Tutela delle Acque non era stato considerato come corpo idrico significativo. Questo corpo idrico identificato come l'acquifero A0 risulta separato da quelli sottostanti e confinati e seppure risulti avere uno spessore contenuto entro poche decine di metri, non più di 25 metri, risulta avere una ricarica diretta dai corsi d'acqua superficiali e in alcuni contesti il suo sfruttamento non risulta oggi trascurabile, oltre a subire notevoli pressioni antropiche da comprometterne irrimediabilmente la qualità. Il limite di questo corpo idrico coincide a nord con il fiume Po, e a sud con la parte confinata delle conoidi alluvionali, esclusa quindi la porzione delle conoidi monostrato o con acquifero libero. Considerato però che nelle porzioni di conoide confinata media e apicale l'acquifero freatico superficiale diventa effimero, presente solo a seguito di precipitazioni per ricarica diretta, e per questo poco sfruttato e comunque non avente caratteristiche di flusso significativo, ai sensi del D.Lgs. 30/2009, si ritiene che il bordo meridionale di questo corpo idrico possa coincidere con il limite della zona B delle aree di protezione delle acque sotterranee.

LA QUALITA' DELLE ACQUE SUPERFICIALI DI ALIMENTAZIONE

Dall'analisi delle carte dell'andamento piezometrico e dalla lettura delle isocone dei diversi parametri qualitativi caratterizzanti le falde della pianura modenese, appare più che evidente il ruolo primario dell'alimentazione diretta dei due corsi d'acqua principali in relazione al livello qualitativo delle acque sotterranee. Risulta pertanto essenziale l'acquisizione degli elementi cognitivi riferiti alla caratterizzazione chimica dell'idrografia di superficie.

Il reticolo idrografico provinciale è orientato da sud-ovest a nord-est nel senso delle direttrici delle vallate appenniniche e trasversalmente alle direttrici tettoniche. L'attuale percorso dei fiumi è il prodotto di numerose modificazioni, sia naturali che artificiali, che hanno provocato nel tempo un progressivo spostamento verso Ovest; pertanto i corpi idrici principali Secchia e Panaro, si collocano nei confronti delle rispettive conoidi nel margine più occidentale. Nelle zone comprese tra i due corsi d'acqua principali, rivestono particolare importanza altri corpi idrici minori, quali il torrente Fossa di Spezzano e il torrente Tiepido.

Il contributo dei fiumi Secchia e Panaro nella dinamica di alimentazione degli acquiferi, sulla base dell'equilibrio fra quote piezometriche della falda e altezza idrometrica dei corpi idrici, lo si può considerare positivo e quindi alimentante fino all'altezza di Rubiera, per il fiume Secchia, e fino a San Cesario s.P. per il fiume Panaro. Sulla base di queste considerazioni si riportano le caratteristiche delle acque di alimentazione degli acquiferi riferite alle stazioni di riferimento presenti nel tratto in cui il fiume esercita la sua massima azione disperdente.

Fiume Panaro

Il livello qualitativo delle acque del fiume Panaro risulta sicuramente elevato, con bassi valori di durezza e di salinità associati a concentrazioni ridotte di sostanze azotate ($N_{NO_3} < 1,0$ mg/l corrispondenti a $NO_3^- < 4,5$ mg/l). Conseguentemente il fiume esercita un'azione di mitigazione sulla presenza dei nitrati nelle acque sotterranee (Tabella 1).

Parametri	Ponte Chiozzo			Ponte di Marano			Ponte S. Ambrogio		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
pH	8,1	8,4	8,3	8,0	8,3	8,4	7,9	8,2	8,2
Durezza °F	13,3	14,6	14,7	16,6	16,6	14,9	19,5	21,3	19,3
Conducibilità uS/cm	262	257	285	303	297	306	364	459	415
B.O.D. ₅ mg/l	2*	2*	2	2	2*	2	2	3	2
C.O.D. mg/l	4*	4*	4	5	4*	4	4	8	6
Fosforo totale (P) mg/l	0,06	0,06	0,04	0,09	0,04	0,04	0,12	0,13	0,11
Azoto ammoniacale (N) mg/l	0,04	0,02*	0,03	0,05	0,02*	0,04	0,16	0,10	0,16
Azoto nitrico (N) mg/l	0,3	0,3	0,5	0,6	0,5	0,5	0,9	0,9	0,7
Nitrati (NO₃⁻) mg/l	1,3	1,3	2,2	2,7	2,0	2,2	4,0	4,1	3,1
Solfati (SO ₄) mg/l	20	23	25	28	29	30,5	38	51	45,2
Cloruri (Cl) mg/l	4,8	5,8	9	7,3	8,3	9,8	25,3	27,7	22,9
Escherichia coli U.F.C.	n.d.	110	n.d.	n.d.	125	n.d.	2.188	1.216	1880

Tabella 1 – Idrochimica delle stazioni del fiume Panaro. I valori riportati sono riferiti alle medie degli anni 2010-2012.

* coincidente al limite di rilevabilità
n.d. parametro non determinato

Fiume Secchia.

Il fiume Secchia, in località Gatta, raccoglie *le Sorgenti del Mulino di Poiano* fortemente marcate dal loro passaggio in lenti gessose del Triassico, tali da caratterizzare significativamente sia il chimismo delle acque del fiume che delle falde acquifere da esso alimentate. La zona di ricarica del sistema acquifero sotterraneo è anche in questo caso riferibile all'area pedecollinare. Per la caratterizzazione del chimismo delle acque di alimentazione della conoide sottesa si riportano i dati idrochimici e microbiologici delle stazioni poste a Castellarano, Sassuolo – ponte Pedemontana e Rubiera (Tabella 2).

Parametri		Traversa di Castellarano			Ponte Pedemontana Sassuolo			Ponte di Rubiera		
		2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
pH		8,0	8,3	8,3	8,0	8,1	8,2	8,0	8,1	8,2
Durezza	°F	34,6	45,6	41,2	35,5	42,0	39,7	33,1	38,5	35,2
Conducibilità	uS/cm	1.021	1.509	1.323	1.079	1.388	1.322	981	1.289	1.157
B.O.D. ₅	mg/l	3	2*	1*	2*	2*	2	3	3	3
C.O.D.	mg/l	33	4	4	21	9	6	25	12	9
Fosforo totale (P)	mg/l	0,24	0,04	0,04	0,12	0,12	0,08	0,16	0,18	0,24
Azoto ammoniacale (N)	mg/l	0,09	0,05	0,04	0,05	0,08	0,10	0,10	0,33	0,11
Azoto nitrico (N)	mg/l	0,6	0,3	0,9	0,6	0,5	0,9	0,8	0,9	1,4
Nitrati (NO₃⁻)	mg/l	2,5	1,3	4,0	2,7	2,3	4,0	3,5	4,0	6,2
Solfati (SO ₄)	mg/l	178,5	297,3	252	203,4	269,4	254,0	193,8	245,9	211,6
Cloruri (Cl)	mg/l	165,5	283,8	224,5	173,9	254,7	231,8	160,4	234,8	190,4
Escherichia coli	U.F.C.	14.728	n.d.	8	1.098	778	150,5	11.201	1.395	113,8

Tabella 2 – Idrochimica delle stazioni del fiume Secchia. I valori riportati sono riferiti alle medie degli anni 2010-2012.

* coincidente al limite di rilevabilità.

n.d. parametro non determinato

In relazione alla presenza di azoto nitrico nelle acque del fiume Secchia, si può affermare che anche questo corpo idrico esercita un'incisiva azione di diluizione per questo parametro così diffusamente veicolato in falda con le dispersioni dalla superficie topografica (spandimenti zootecnici, dispersione dalle reti fognarie ecc.).

TORRENTI FOSSA DI SPEZZANO E TRESINARO

Le analisi eseguite sui torrenti Fossa di Spezzano e Tresinaro, prima di confluire in Secchia, evidenziano caratteristiche idrochimiche scadenti, con valori di azoto nitrico maggiori rispetto al fiume Secchia (Tabella 3).

Parametri		Torrente Fossa			Torrente Tresinaro		
		2010	2011	2012	2010	2011	2012
pH		8,0	8,5	8,3	8,0	8,2	8,2
Durezza	°F	33,4	43,9	40,6	30,4	36,8	35,7
Conducibilità	uS/cm	928	1.393	1.242	755	1.133	1.164
Fosforo tot. (P)	mg/l	0,67	0,62	0,41	0,48	0,53	0,71
Azoto ammoniacale (N)	mg/l	0,54	0,21	0,13	0,46	0,27	0,31
Azoto nitrico (N)	mg/l	3,4	5,8	4,2	2,0	5,3	4,9
Nitrati (NO₃⁻)	mg/l	14,9	25,7	18,6	9,0	23,5	21,7
Solfati (SO ₄)	mg/l	131,8	218,3	204,5	135,3	185,8	185,8
Cloruri (Cl)	mg/l	102,0	231,0	192,8	62,5	158,5	173,5

Tabella 3 – Idrochimica degli affluenti del fiume Secchia, torrenti Fossa di Spezzano e Tresinaro.

I valori riportati sono riferiti alle medie degli anni 2010-2012.

TORRENTE TIEPIDO

Le caratteristiche idrochimiche del torrente Tiepido presentano bassi valori di durezza e conducibilità nella stazione di monte in località Sassone, per poi incrementare scendendo verso la foce, analogamente a quanto si rileva per le sostanze azotate, cloruri e solfati.

Parametri		Sassone			Portile		
		2010	2011	2012	2010	2011	2012
pH		8,1	8,3	8,3	8,1	8,3	8,3
Durezza	°F	27,2	27,0	25,9	29,1	30,4	29,7
Conducibilità	μS/cm	498	574	600	656	704	735
Fosforo tot. (P)	mg/l	0,25	0,04	0,07	0,14	0,11	0,07
Azoto ammoniacale (N)	mg/l	0,02	0,02	0,04	0,05	0,02	0,08
Azoto nitrico (N)	mg/l	1,8	1,2	2,3	2,8	1,9	3,1
Nitrati (NO₃⁻)	mg/l	8,1	5,3	10,2	12,3	8,5	13,7
Solfati (SO ₄)	mg/l	39,3	45,5	58	66,9	73,8	88,8
Cloruri (Cl)	mg/l	19,0	27,5	44,5	57,3	74,0	77,6

Tabella 4 – Idrochimica del torrente Tiepido nelle stazioni delle località Sassone e Portile. I dati riportati sono riferiti al valore medio degli anni 2010 e 2012.

Sono evidenti livelli di sostanze azotate elevati, rappresentativi di uno squilibrio fra carichi sversati e capacità autodepurativa naturale.

LA RETE DI MONITORAGGIO.

Il monitoraggio delle acque sotterranee nella provincia di Modena è attivo dal 1976. Nel 2009 in attuazione della Direttiva 2006/118/CE, è stato emanato a livello Nazionale il D.Lgs. 30 che prevede nuovi criteri per l'identificazione dei corpi idrici sotterranei, standard di qualità e valori soglia dei parametri individuati per la valutazione qualitativa delle acque di falda, nonché i criteri per la classificazione dello stato quali-quantitativo delle acque sotterranee. In ottemperanza alla normativa vigente, nel 2010 è stata pertanto ridefinita la rete di monitoraggio delle acque sotterranee in relazione ai complessi idrogeologici che sono stati individuati sul territorio regionale.

L'attuale configurazione della rete di monitoraggio in provincia di Modena è presentata in Allegato 4. La sovrapposizione dei punti di misura alla sezione idrostratigrafica ha permesso, per singolo pozzo, l'attribuzione del gruppo acquifero monitorato (Figura 39). Nella tabella sottoriportata sono indicati i pozzi suddivisi per gruppo/complesso acquifero.

Acquifero	N°
Conoidi Alluvionali Appenniniche – acquifero libero	21
Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati superiori	18
Conoidi Alluvionali Appenniniche - acquiferi confinati inferiori	4
Freatico di pianura	6
Pianura Alluvionale Appenninica - acquiferi confinati superiori	7
Pianura Alluvionale Appenninica e Padana - acquiferi confinati superiori	4
Pianura Alluvionale Padana - acquiferi confinati superiori	6
Pianura Alluvionale - acquiferi confinati inferiori	4

Tabella 5 – Stazioni di monitoraggio per tipologia di acquifero

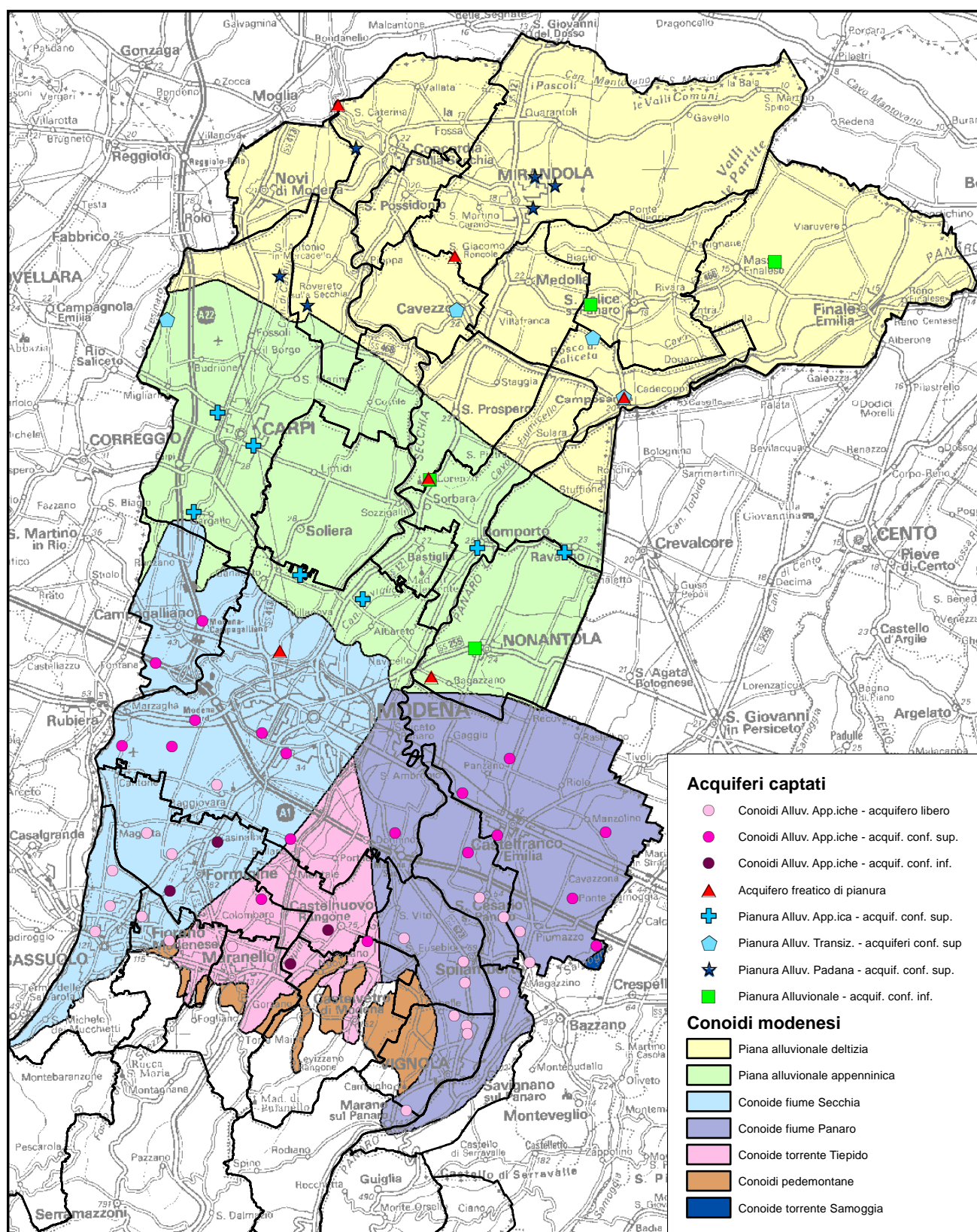


Figura 5 – Acquiferi captati.

Nella presente relazione, l'analisi quali-quantitativa è stata condotta analizzando le carte tematiche prodotte, valutando le distribuzioni areali di alcuni parametri descrittivi il naturale chimismo e rilevando gli aspetti indotti dalle fonti di inquinamento antropico. La stesura delle carte tematiche con la rappresentazione dei dati georeferenziati sotto forma di isopieze e isocone è stata effettuata utilizzando come supporto informatico il

programma Surfer© che utilizza diverse procedure di elaborazione per la distribuzione spaziale dei valori della variabile in esame (Kriging, minima curvatura, inverso della distanza ecc.). Per la rappresentazione cartografica dei parametri idrochimici e quantitativi, pur nella consapevolezza della complessa e differenziata struttura degli acquiferi monitorati, i dati acquisiti dalla rete di monitoraggio sono stati elaborati considerando l'acquifero continuo ed omogeneo.

QUALITÀ DELLE ACQUE RILEVATA DALLA RETE

L'obiettivo prioritario della rete di monitoraggio delle acque sotterranee a livello regionale è connesso alla classificazione delle acque sotterranee in base ai criteri definiti nel D.Lgs. 152/06 e D.Lgs. 30/09. In particolare i dati provenienti dalla rete costituiscono la base informativa fondamentale per verificare gli obiettivi di qualità fissati dagli artt. 76 e 77 del D.Lgs. 152/06 e per valutare gli effetti indotti dal Piano di Tutela delle Acque previsto dagli strumenti normativi.

La rete di monitoraggio assume anche un ruolo specifico per la verifica dello stato di inquinamento delle acque e per il controllo dello stato naturale, quale, ad esempio, l'accertamento della presenza di Ferro, Manganese, Ammoniaca o Arsenico, nelle aree a ridotto scambio idrico ove si verifica un carico di ioni metallici dalla matrice solida degli acquiferi.

Anche lo screening analitico è stato differenziato aumentando il carico di analisi per una parte di stazioni ritenute rappresentative degli acquiferi monitorati, diminuendo al contempo alcune misure laddove non si era mai verificata contaminazione antropica, ovvero nelle zone a minor pregio della risorsa idrica.

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, addizionali 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.

A pozzi ritenuti di importanza prioritaria, altamente significativi per la qualità delle acque del sistema, viene effettuato uno screening analitico completo che include tutte le determinazioni indicate nella Tabella 6. Ad un secondo gruppo riguardante pozzi di particolare importanza ricadenti in corpi idrici prioritari (conoidi principali) viene applicato uno screening più esteso, integrato dalla ricerca delle sostanze prioritarie e pericolose individuate dalla direttiva 2455/2001/CE.

Profilo base (B)	Ossigeno disciolto	Sommatoria organoalogenati	Addizionali Organo-alogenati (O)
	Temperatura	Triclorometano (cloroformio)	
	Ph	1,1,1 tricloroetano (metilcloroformio)	
	Durezza	1,1,2 tricloroetilene	
	Conducibilità elettrica	1,1,2,2 tetracloroetilene (percloroetilene)	
	Bicarbonati	Tetracloruro di carbonio (tetraclorometano)	
	Calcio	Diclorobromometano	
	Cloruri	Dibromoclorometano	
	Magnesio	Cloruro di vinile (cloroetene)	
	Potassio	1,2 dicloroetano	
	Sodio	Esaclorobutadiene	
	Solfati	1,2 dicloroetilene	
	Nitrati	Bromoformio	
	Nitriti	Hg	Altre sostanze pericolose (P)
	Ione ammonio	Cr VI	
	Ossidabilità (kubel)	Antimonio	
	Ferro	Selenio	
	Manganese	Vanadio	
	Arsenico	Cianuri liberi	
	Boro	Benzene	
	Fluoruri	Etilbenzene	
	Cromo	Toluene	
	Nichel	Para-xilene	
	Piombo	Benzo (a) pirene	
	Rame	Benzo (b) fluorantene	
	Zinco	Benzo (k) fluorantene	
	Cadmio	Benzo (g,h,i) perilene	
micro biolo gica (M)	Escherichia coli	Dibenzo (a,h) antracene	
		Indeno (1,2,3-cd) pirene	
		Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	

Tabella 6 – Screening analitici da effettuare per ciascuna tipologia di corpo idrico
(in **grassetto** sono riportati i parametri previsti dal **D.Lgs. 30/2009**).

Addizionali Fitofarmaci (F)			
Sommatoria fitofarmaci	Clorpirifos etile	Isoproturon	Oxadiazon
2,4-d	Clorpirifos metile	Lenacil	Paration
3,4 dicloroanilina	Diazinone	Lindano (gamma hch)	Pendimetalin
Alaclor	Dicloran	Linuron	Procimidone
Atrazina	Diclorvos	Malation	Propaclor
Atrazina desetil (met)	Dimetenamide-p	Mcpa	Propanil
Atrazina desisopropil (met)	Dimetoato	Mecoprop	Propiconazolo
Azinfos metile	Diuron	Metalaxil	Simazina
Azoxystrobin	Endosulfan alfa	Metamitron	Terbutilazina
Benfluralin	Endosulfan beta	Metidation	Terbutilazina desetil (met)
Bentazone	Etofumesate	Metobromuron	Tiobencarb
Carbofuran	Fenitroton	Metolaclor-s	Trifluralin
Clorfenvinfos	Fosalone	Metribuzin	
Cloridazon	Imidacloprid	Molinate	

Tabella 7 – Elenco fitofarmaci analizzati.

Il profilo analitico iniziale va sempre considerato in abbinamento ai profili Base, Addizionali Fitofarmaci, Addizionali Organoalogenati ed eventualmente al Microbiologico, e si applica come screening completo nel monitoraggio di sorveglianza iniziale, ovvero nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze siano inadeguate (sostituzioni di stazioni) e i dati chimici pregressi non disponibili.

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

Tabella 8 – Elenco parametri analizzati nel Profilo Analitico Iniziale

CARATTERIZZAZIONE IDROCHIMICA

Di seguito si riportano le descrizioni delle distribuzioni spaziali dei principali parametri analizzati e le rappresentazioni cartografiche caratteristiche dell'acquifero modenese. Le rappresentazioni cartografiche riguardanti la distribuzione areale dei diversi parametri indagati sono riportate in allegato alla presente relazione.

Temperatura

Si rileva una contenuta escursione termica, indice di un buon equilibrio dinamico degli acquiferi profondi. La variazione termica rilevata nel 2012 oscilla da un minimo di 14°C ad un massimo di 19°C, coerentemente con quanto rilevato negli anni passati (Figura 55).

Conducibilità elettrica specifica

Indice del contenuto salino delle acque (Figura 57), differenzia chiaramente le aree influenzate dal fiume Secchia, (1.000-1.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$) da quelle alimentate dal fiume Panaro (600-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$). 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 1.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) 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 (40-60 °F) nella conoide del fiume Secchia, riconducibile alla permeazione delle acque salso-solfate di Poiano, mentre nella zona intermedia dell'alta pianura si segnalano concentrazioni ancora più rilevanti per effetto dell'azione della CO₂ 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 del fiume (30-40° F). Allontanandoci 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 è ancora 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 60 °F), riconducibili ad acque evolute che nel tempo, a seguito di processi di scambio ionico, hanno subito modificazioni della facies idrochimica (Figura 58).

Solfati e Cloruri

Questi due parametri presentano un andamento analogo (Figura 59 e Figura 60), direttamente correlabile all'alimentazione e all'idrochimica fluviale dei due corpi idrici superficiali principali (fiume Secchia: Solfati pari a 130-250 mg/l e Cloruri pari a 90-200 mg/l; fiume Panaro: Solfati pari a 30-90 mg/l e Cloruri inferiori a 60 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 10-30 mg/l, Cloruri 80-160 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 61). 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 8-9 mg/l. L'andamento delle isocone risulta comunque irregolare e scarsamente significativo (Figura 62). Valori elevati di Potassio possono essere ricondotti all'utilizzo sul suolo di fertilizzanti chimici per arricchirlo di elementi nutritivi (Azoto-Fosforo-Potassio).

Composti azotati

Le procedure di classificazione delle acque sotterranee, in base al D.Lgs. 152/99, assegnano una particolare incidenza al parametro Nitrati al fine della valutazione dello "stato chimico" e dello "stato ambientale" delle acque. Il nuovo 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 pari anche a decine di anni. L'eccesso di apporti di sostanze azotate diffuso su tutta la superficie topografica, l'immagazzinamento di Azoto nello strato insaturo tra superficie topografica e tavola d'acqua (soggetto a successivi 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 63). Come risulta evidente dalle carte 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, denota una costanza del fronte dei 25 mg/l nell'area sud-ovest di Modena in prossimità dei campi acquiferi di Cognento e Magreta, un ampliamento dell'area compresa tra la conoide del fiume Panaro e del torrente Samoggia. Il fronte dei 50 mg/l tende a spostarsi verso ovest nella conoide del fiume Secchia, sia in direzione dei campi acquiferi di Marzaglia che più a sud in direzione del campo acquifero di Magreta, ampliando l'areale con concentrazioni superiori al limite di potabilità; un ulteriore lieve ampliamento delle aree a concentrazioni superiori al limite di potabilità, si rinviene nel territorio verso il confine bolognese tra Piumazzo e Crespellano. L'analisi su un arco temporale più ampio, dal 1994 al 2012 (Figura 64 e Figura 65), evidenzia l'incremento critico dei Nitrati verso l'area di media pianura, mostrando con indubbia chiarezza uno scadimento qualitativo durante questo periodo.

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. 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 sottoforma di torba nel serbatoio acquifero (Figura 67).

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 68 e Figura 69). 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 2012, si conferma una costanza delle

concentrazioni di Boro rispetto al 2009 nell'area pedecollinare in prossimità del comune di Sassuolo e nell'area della bassa pianura (Figura 70).

Composti organo-alogenati volatili.

Se ne evidenzia una distribuzione pressoché ubiquitaria nella zona pedecollinare (Figura 72), riconducibile, in un'area ad elevata permeabilità, all'intensa pressione antropica di diffusi insediamenti industriali-artigianali. Per l'anno 2012, si riscontra una riduzione dell'area interessata dall'inquinamento di composti organo-alogenati rispetto a quanto rilevato nel 2009, eccezion fatta per quanto riguarda il Tricloroetilene che lo si riscontra nell'area della bassa pianura, nella zona di Camposanto, in un pozzo captante la falda freatica e quindi più soggetta a contaminazioni provenienti dalla superficie (Figura 73).

Metalli

La ricerca di numerosi metalli quali Cadmio, Cromo, Cobalto, Nichel, Piombo e Mercurio ha evidenziato, in alcuni casi, la 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.

L'individuazione di tracce di **Arsenico** in aree della bassa pianura, in particolare nell'area di Bomporto-Nonantola e Carpi, è riconducibile ad un'origine "primaria-profonda", legata ai depositi ad elevato contenuto argilloso o di concentrazione biologica primaria; è comunque da escludersi la possibilità di avvenuta contaminazione antropica (Figura 71).

Fitofarmaci

La ricerca di oltre 80 principi attivi nelle acque sotterranee della rete Regionale oltre che sui pozzi di alimentazione acquedottistica presenti nel territorio provinciale, per il 2012 non ha evidenziato la presenza di fitofarmaci, in concentrazione superiore al limite di rilevabilità strumentale.

IPA e fenoli

Non si è evidenziata la presenza di Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.) e di fenoli in alcun pozzo della rete di monitoraggio.

I NITRATI NELLE ACQUE SOTTERRANEE

I dati relativi ai monitoraggi effettuati sulla rete Regionale hanno confermato il trend tendenzialmente in crescita delle concentrazioni di Nitrati, nell'area di alta pianura, relativo alle conoidi dei fiumi Secchia e Panaro e del torrente Tiepido.

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. 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, 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 pregresso nel tempo.

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 ad 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.

Il Tavolo Nitrati prevede la collaborazione tra i soggetti istituzionali che si occupano a vario titolo delle tematiche connesse alla tutela e all'uso dell'acqua sotterranea. Tra i soggetti attualmente individuati si citano:

- Servizio Sicurezza del Territorio e Programmazione Ambientale provinciale;
- Servizio Geologico, sismico e dei suoli;
- Servizio Tutela risanamento risorsa acqua;
- Servizio Ricerca, innovazione e promozione del sistema agroalimentare della Regione Emilia-Romagna;
- Servizio Agro-ambiente e il Servizio Gestione Autorità d'Ambito ottimale della Provincia di Modena;
- ARPA – Sezione Provinciale di Modena;
- AUSL di Modena;
- Hera Modena ed AIMAG.

Ad integrazione di quanto riportato nel capitolo precedente, relativo alla distribuzione dei principali parametri monitorati nelle acque di falda, si è effettuata un'analisi di dettaglio relativa alla tematica in oggetto, riportando gli andamenti temporali delle concentrazioni di nitrati rilevati in alcuni pozzi appartenenti alle reti di monitoraggio.

Per ciascuna conoide principale sono state rappresentate cartograficamente le distribuzioni areali delle concentrazioni dei nitrati rilevate dal monitoraggio, oltre all'andamento temporale della variazione della concentrazione media e della variazione dei valori al 10°, 25°, 75° e 90° percentile.

A completamento del quadro conoscitivo si riporta inoltre, un'analisi degli andamenti temporali delle concentrazioni di nitrati rilevate nei pozzi ad uso acquedottistico, fornite dagli Enti Gestori competenti.

Conoide fiume Panaro

La distribuzione areale e puntuale dei nitrati (Figura 6) mostra una diminuzione delle concentrazioni in prossimità del fiume Panaro dovuta, come già descritto in precedenza, all'alimentazione del fiume stesso che esplica un effetto di diluizione nei confronti dell'acqua di falda.

Nelle aree più lontane dal fiume si riscontra, sia in destra che in sinistra idrografica, un aumento delle concentrazioni di nitrati, soprattutto nell'area tra le località Piumazzo e Cavazzona in destra, dove rispetto al 2011 si assiste ad un ampliamento dell'isocona dei 50 mg/l. Anche tra San Vito e Castelnuovo Rangone in sinistra idrografica, si evidenzia un ampliamento dell'isocona dei 50 mg/l, che migra verso est, finendo col ricomprendere l'intero abitato di San Vito.

Come si può notare dai grafici riportati in Figura 6, il pozzo MO55-00 ubicato nelle vicinanze del fiume Panaro, presenta costantemente basse concentrazioni di Nitrati, grazie all'effetto diluente del fiume. Allontanandosi dal corso d'acqua, dove l'alimentazione proveniente dalla superficie prevale su quella del fiume, le concentrazioni di Nitrati risultano in aumento, fino a raggiungere valori elevati significativamente al di sopra dei 50 mg/l, limite di potabilità (pozzo MO53-00 e MO57-01).

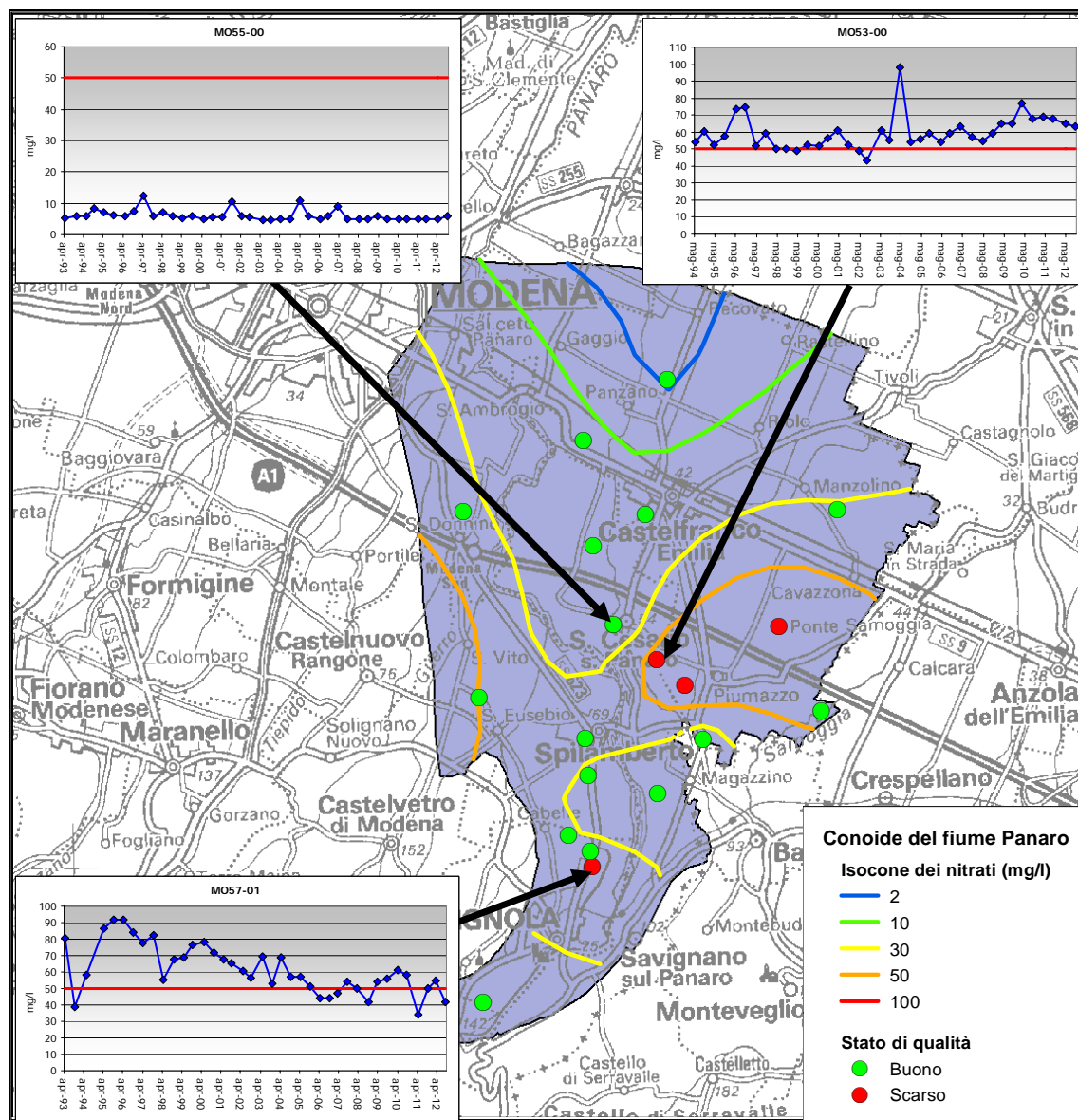


Figura 6 – Distribuzione areale e puntuale delle concentrazioni di nitrati nella conoide del fiume Panaro – media anno 2012.

Complessivamente nella conoide del Panaro l'andamento del valore medio risulta stazionario o lievemente in aumento nell'ultimo anno monitorato (Figura 7), attestandosi su valori prossimi ai 30 mg/l. L'andamento dei percentili (Figura 8), mette in risalto l'elevata e perdurante variabilità delle concentrazioni dei pozzi monitorati gravitanti nella conoide, che comunque risulta inferiore a quanto registrato fino al 2000.

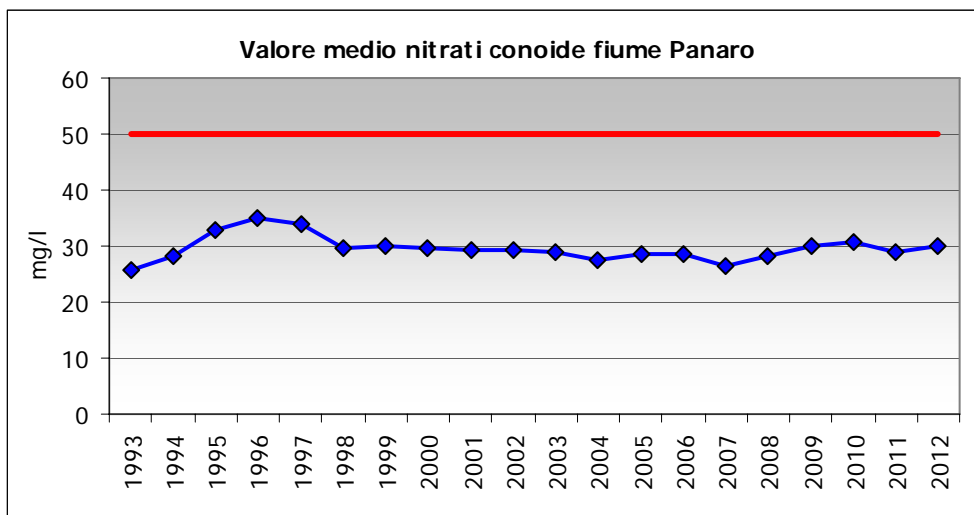


Figura 7 – Variazione della concentrazione media di nitrati nella conoide del fiume Panaro.

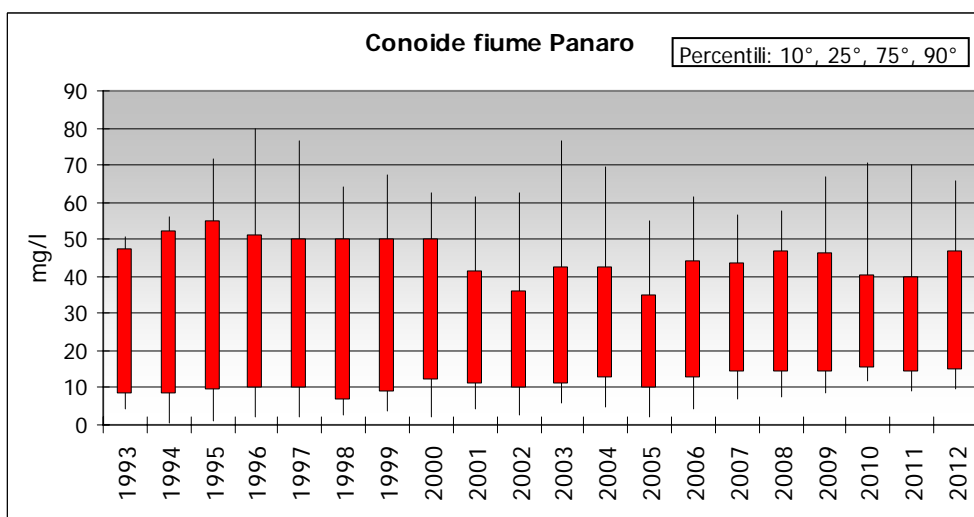


Figura 8 – Variazione della concentrazione dei nitrati nella conoide del fiume Panaro: andamento dei percentili 10°, 25°, 75° e 90°.

Conoide del fiume Secchia

Da quanto riportato in Figura 9, la distribuzione areale dei Nitrati evidenzia elevate concentrazioni nella porzione centro-orientale della conoide del Secchia e nell'intera conoide del Tiepido. La porzione di conoide

prossima al fiume Secchia rileva concentrazioni di Nitrati inferiori ai 50 mg/l, grazie all'azione alimentante del fiume che risulta prevalente rispetto all'azione drenante dalla superficie.

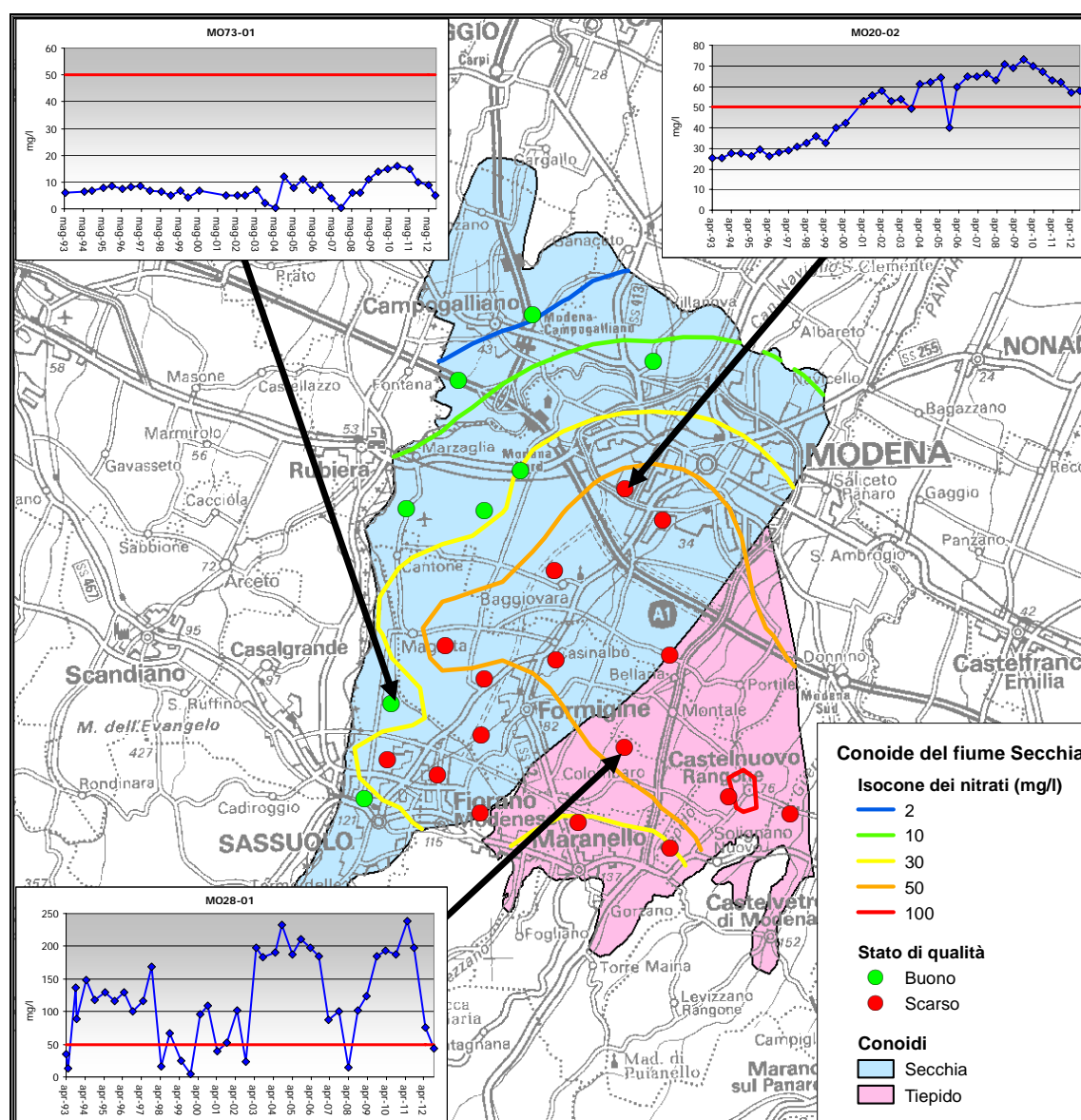


Figura 9 – Distribuzione areale e puntuale delle concentrazioni di nitrati nella conoide del fiume Secchia – media anno 2012.

La situazione qualitativa degli acquiferi rilevata nella conoide del Secchia, risulta essere più compromessa rispetto alla conoide del fiume Panaro. Nella Figura 9 si può osservare l'andamento spazio-temporale delle concentrazioni di Nitrati: a variazioni contenute nel tempo, tipiche delle zone apicali (pozzo MO73-01), si contrappongono variazioni graduali e con trend incrementali verso le parti distali (pozzo MO20-02). In particolare nella porzione distale, ai margini della conoide dei torrenti minori, gli effetti dei pompaggi di acqua sotterranea influiscono sull'equilibrio fra l'influenza delle acque di scarsa qualità, proprie delle zone delle conoidi minori, e le acque alimentanti del fiume Secchia, causando la propagazione e il costante incremento dei Nitrati, come confermato dall'ampliamento dell'area delimitata dall'isocone dei 50 mg/l, che presenta uno spostamento del fronte vs il confine reggiano, rispetto a quanto presentato nel 2011.

In conoide distale, verso la piana alluvionale, data la presenza di facies idrochimiche riducenti e una ridotta circolazione idrica, l'Azoto è presente in forma ridotta ammoniacale.

Nella conoide del torrente Tiepido, connotato da una alta vulnerabilità e in cui prevale l'alimentazione proveniente dalla superficie, si rilevano significative concentrazioni di Nitrati con elevata variabilità interannuale (pozzo MO28-01). Tale conoide inoltre, presenta nel 2012 un peggioramento dello stato di qualità di due pozzi, uno al limite della conoide del Secchia, e l'altro posto verso il margine più orientale della conoide del Tiepido, passati dallo stato buono del 2011 allo stato scarso nel 2012.

Complessivamente nella conoide del Secchia si riscontra un trend di concentrazioni medie di nitrati in aumento (Figura 10) di circa 0,61 mg/l per anno, sfiorando i 40 mg/l. Nel 2011 si assiste ad una leggera inflessione della concentrazione dei Nitrati che rimane pressoché costante anche nel 2012. L'andamento dei percentili rileva una maggior variabilità delle concentrazioni rispetto alla conoide del Panaro, con un aumento delle differenze tra i valori minimi e i valori massimi (Figura 11).

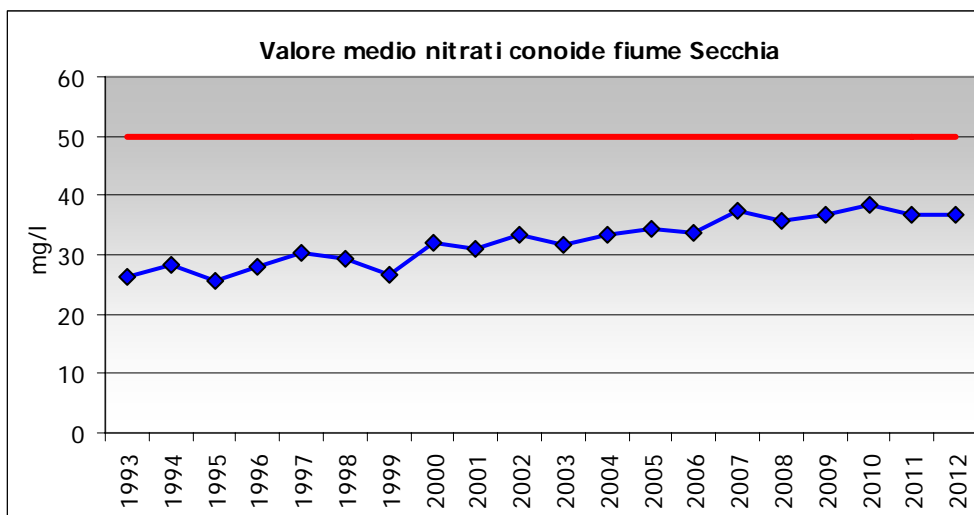


Figura 10 – Variazione della concentrazione media di nitrati nella conoide del fiume Secchia.

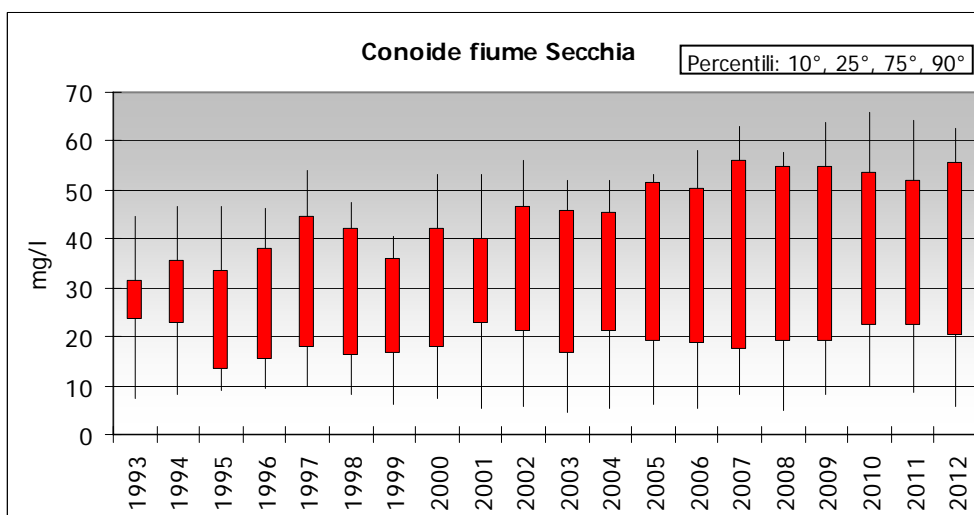


Figura 11 – Variazione della concentrazione dei nitrati nella conoide del fiume Secchia: andamento dei percentili 10°, 25°, 75° e 90°.

Significativamente più elevata risulta la variabilità interannuale delle concentrazioni di Nitrati rilevati nelle falde della conoide del torrente Tiepido, per la mancanza dell'effetto "tampone" proprio delle acque di migliore qualità dei corpi idrici principali (fiumi Secchia e Panaro). L'andamento dei valori medi annui (Figura 12) evidenzia, nell'ultimo anno indagato, un calo delle concentrazioni medie, in controtendenza rispetto al

triennio precedente che ha fatto registrare un aumento delle concentrazioni medie di Nitrati, passando da 81,3 mg/l del 2004, a 48,1 del 2008, per poi risalire fino ai 60,4 mg/l nel 2012.

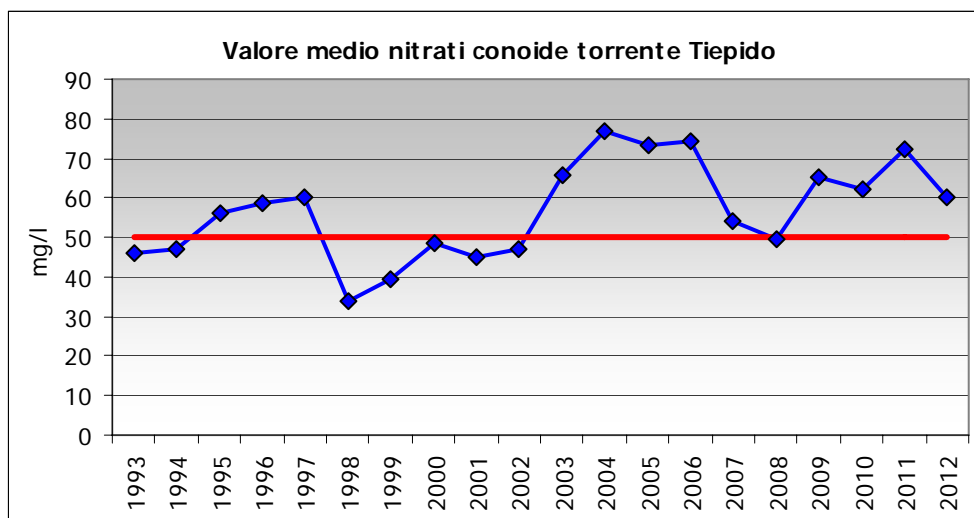


Figura 12 – Variazione della concentrazione media di nitrati nella conoide del torrente Tiepido.

Dal grafico relativo all'andamento dei percentili (Figura 13), per il 2012 si evidenzia una lieve diminuzione della variabilità tra valori minimi e massimi.

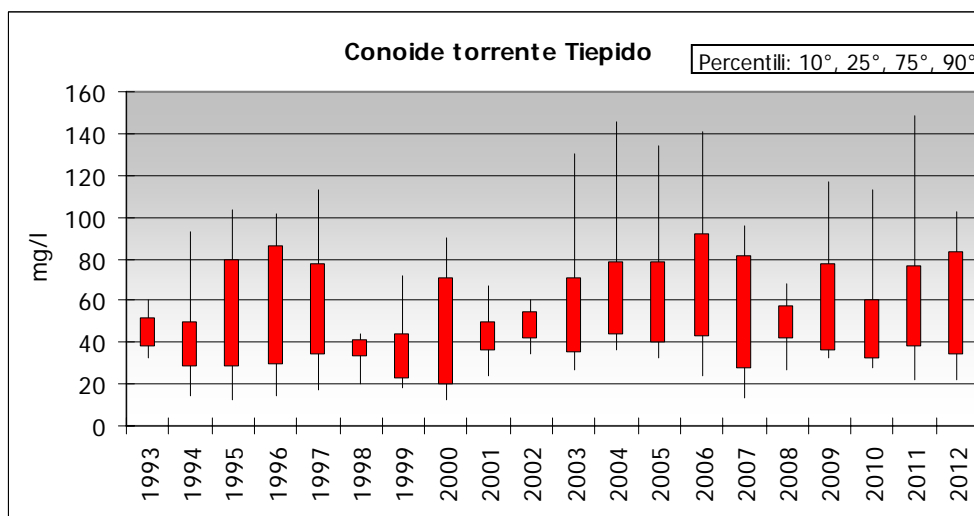


Figura 13 –Variazione della concentrazione dei nitrati nella conoide del torrente Tiepido: andamento dei percentili 10°, 25°, 75° e 90°.

I NITRATI NEI POZZI AD USO ACQUEDOTTISTICO

Al fine di effettuare un inquadramento più esaustivo della problematica relativa al livello di concentrazione dei nitrati nelle acque di falda, sono state riportate le elaborazioni effettuate sui parametri, sia qualitativi che quantitativi, dei pozzi ad uso idropotabile gravitanti sul territorio modenese.

Dall'analisi valutativa emerge una sostanziale assonanza a quanto registrato dalla rete di monitoraggio. Ciò risulta particolarmente evidente nell'area di Modena Sud in cui si registra l'influenza delle acque di scarsa qualità proprie della zona delle conoidi minori. L'area di alimentazione del fiume Secchia, come indicato in precedenza, risulta caratterizzata da livelli di Nitrati sensibilmente inferiori, confermati anche dai dati rilevati nei campi acquiferi di Sassuolo, Marzaglia, Rubiera e Campogalliano.

Criticità si evidenziano anche nella conoide del fiume Panaro a S. Cesario sul pozzo D5, seppur in misura notevolmente inferiore rispetto al decennio precedente, in cui la concentrazione di Nitrati superava anche del doppio il limite normativo (50 mg/l). Nel biennio 2011-2012 il valore supera di poco la soglia di potabilità (53 mg/l); la ragione di questo miglioramento è da ricercarsi nel transito del pennacchio causato dall'inquinamento pregresso e datato della SIPE Nobel di Spilamberto, che aveva pesantemente compromesso l'acquifero captato dal pozzo in questione, che ha superato l'areale in cui insiste il campo pozzi di San Cesario. Problematica risulta anche la situazione del "pozzo 1 San Vito" di Spilamberto, e dei pozzi C1 e C2 di Formigine a causa di fenomeni di inquinamento diffuso. Il pozzo "rurale 2" di Piumazzo, il pozzo B di Castelvetro e i pozzi D1 e D2 di Maranello, a causa della presenza in concentrazioni significative di Nitrati, da alcuni anni non vengono più utilizzati.

Particolare attenzione va riservata ad alcuni pozzi per i quali si rileva un incremento dei livelli di Nitrati, pur risultando al di sotto del limite di potabilità: i pozzi denominati "S. Eusebio" di Castelvetro, pozzo 1-Coccola e pozzo 6 di Spilamberto, pozzo 6 e pozzo 7 di Vignola e il pozzo "Piumazzo" di Piumazzo, risultano prossimi o di poco superiori ai 40 mg/l. In controtendenza risultano i pozzi 5 e 9 di Spilamberto, che nel 2012 vedono un calo significativo delle concentrazioni rispetto al biennio precedente.

Nel campo acquifero di Cognento, caratterizzato da un prelievo complessivo considerevole pari a 18.215.407 mc (in aumento rispetto al biennio 2010-2011), che costituisce circa il 25% della risorsa idrica erogata a Modena, il trend incrementale dei Nitrati si mantiene inalterato, con concentrazioni più che raddoppiate dal 1988 ad oggi. Si riportano i grafici dell'andamento delle concentrazioni dei Nitrati per singolo pozzo e i dati di emungimento dai campi acquiferi.

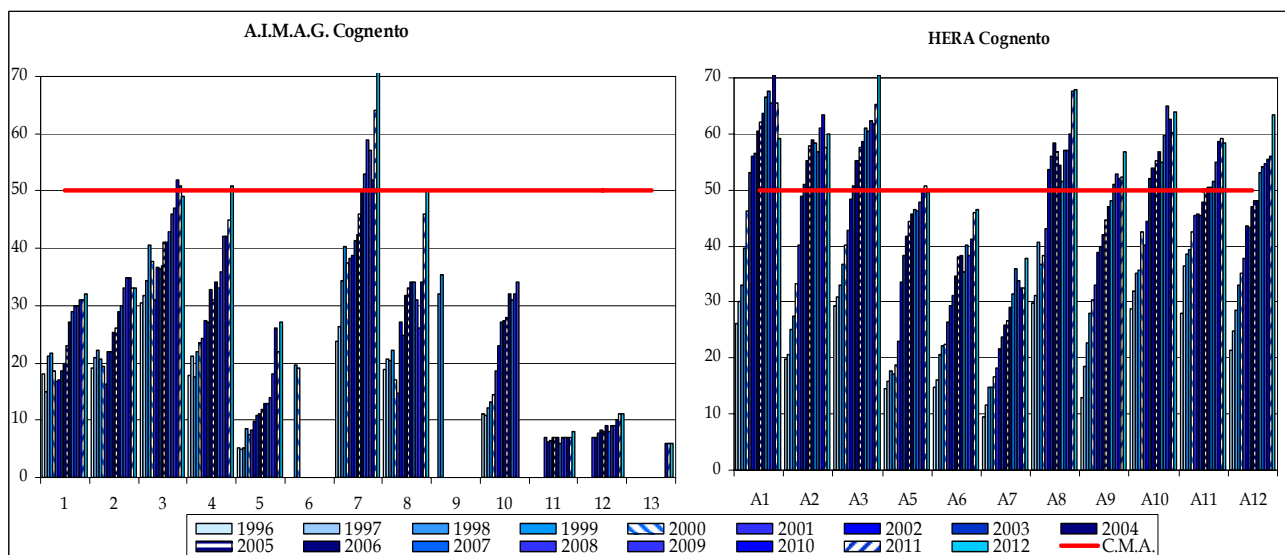
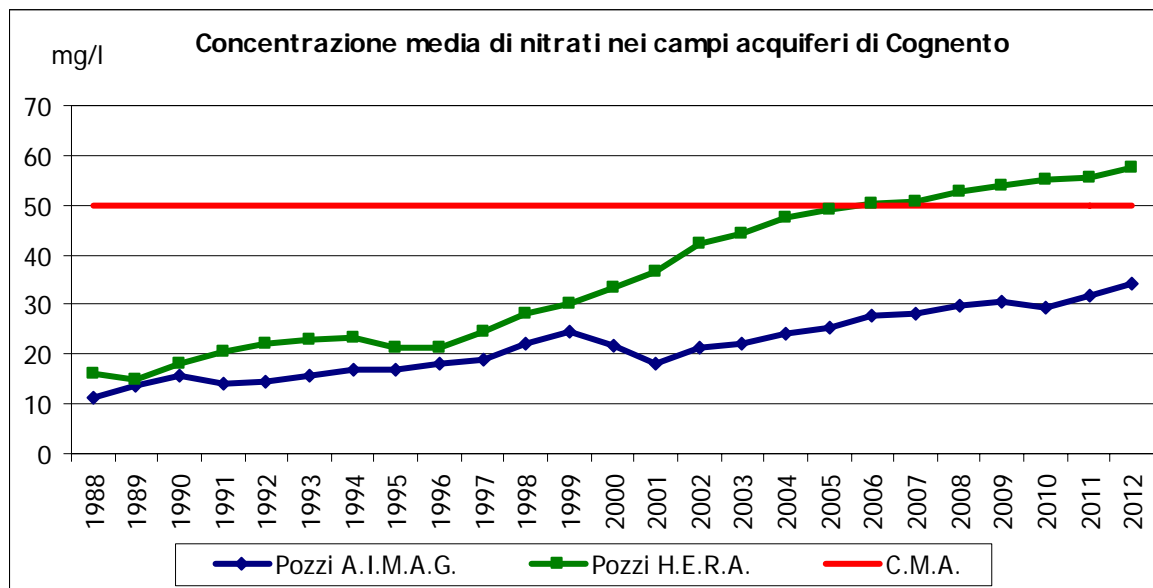
Si ritiene importante sottolineare che, nonostante il dato medio delle concentrazioni dei Nitrati nei campi acquiferi di Cognento sia in continuo aumento, in virtù delle azioni di miscelazione di queste acque con approvvigionamenti da altri campi acquiferi, la concentrazione dei nitrati nelle acque immesse nella rete acquedottistica si attesta su valori inferiori al limite normativo di potabilità dei 50 mg/l (anno 2012: rete di Modena gestita da HERA 25,5 mg/l, rete gestita da AIMAG 21,4 mg/l).

CAMPO ACQUIFERO DI COGNENTO - CONCENTRAZIONE MEDIA DEI NITRATI (NO₃) IN MG/L

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Pozzi A.I.M.A.G.	11,4	13,8	15,5	14,2	14,3	15,5	16,7	17	18,05	18,94	22,16	24,94	21,95
Pozzi HERA	16,2	14,8	18,1	20,7	22,05	22,9	23,3	21,4	21,4	24,4	28,2	30,1	33,31

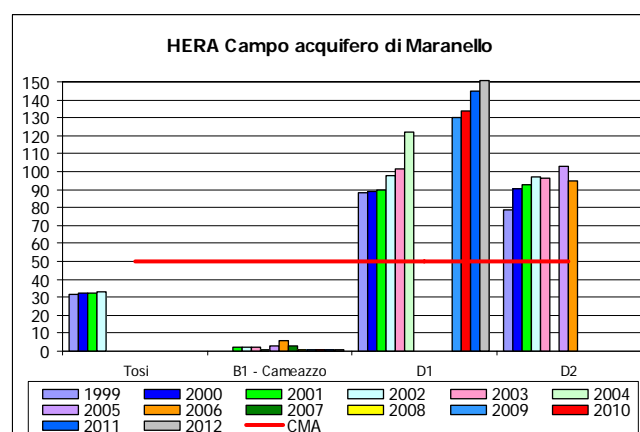
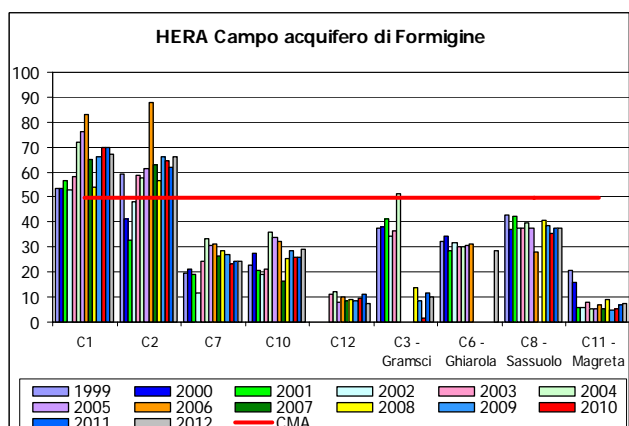
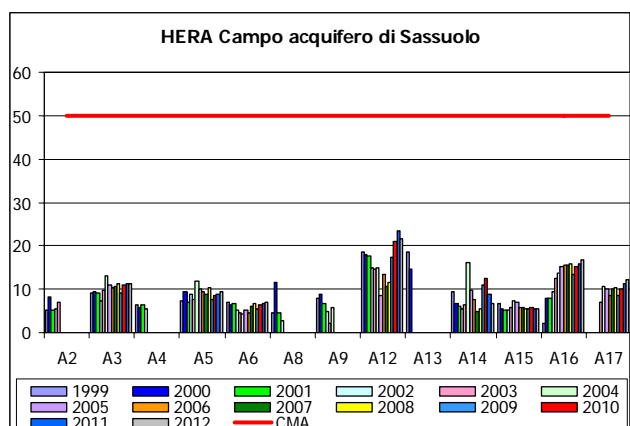
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Pozzi A.I.M.A.G.	18,23	21,51	22,2	24,3	25,5	27,6	28,0	29,7	30,5	32,1	32,0	34,3
Pozzi HERA	36,6	42,2	44,4	47,5	49,3	50,1	50,7	52,8	53,9	55,3	55,7	57,7

*La concentrazione media dei nitrati dei campi pozzi di HERA s.p.a. e AIMAG s.p.a. è stata calcolata per anno dai dati di concentrazione media annuale dei singoli pozzi.



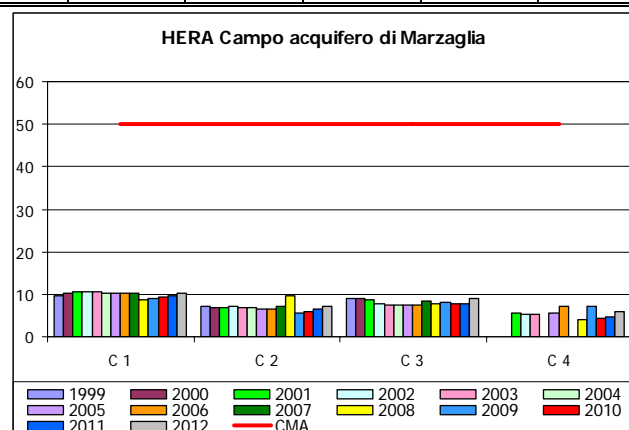
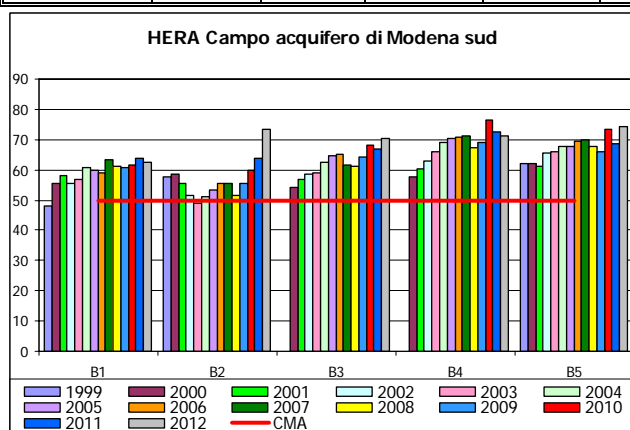
Campo acquifero di Cognento: emungimento medio annuo (m³) A.I.M.A.G. ed HERA

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
AIMAG	8.936.000	8.664.005	9.170.000	9.510.000	9.599.000	9.432.330	9.620.886	9.075.249	9.205.924	9.362.615
HERA	8.909.311	9.020.813	8.963.316	9.163.482	8.948.861	8.806.849	9.483.686	8.082.312	8.664.372	8.852.792



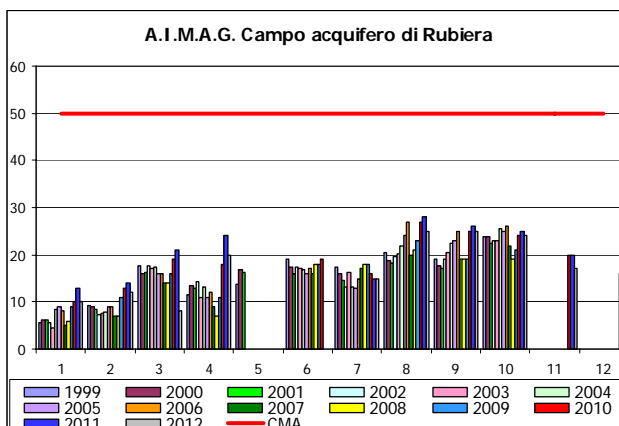
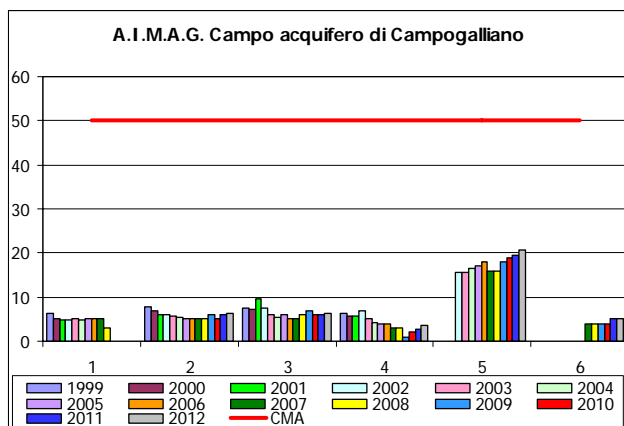
Emungimento medio annuo (m³) HERA Sassuolo, Formigine e Fiorano-Maranello:

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sassuolo	5.048.000	4.755.000	4.671.685	5.350.000	2.392.595	2.465.415	4.245.782	4.186.125	4.418.392	4.656.158
Formigine	7.711.000	7.611.000	6.715.203	6.800.000	8.998.859	8.515.871	7.006.461	6.908.011	7.069.416	6.865.298
Fiorano-Maranello	450.000	201.000.	238.876	300.000	313.650	932.451	142.407	140.408	326.703	740.851



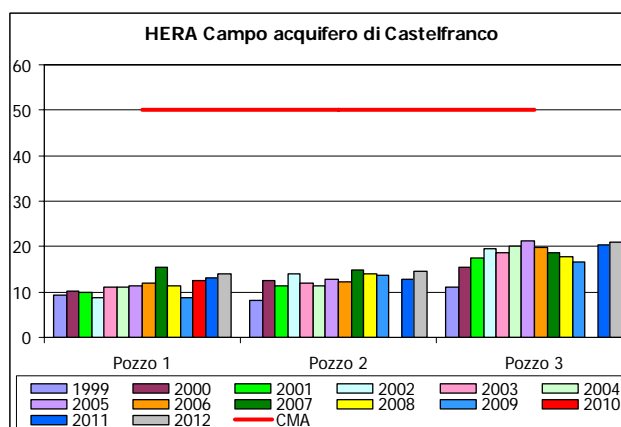
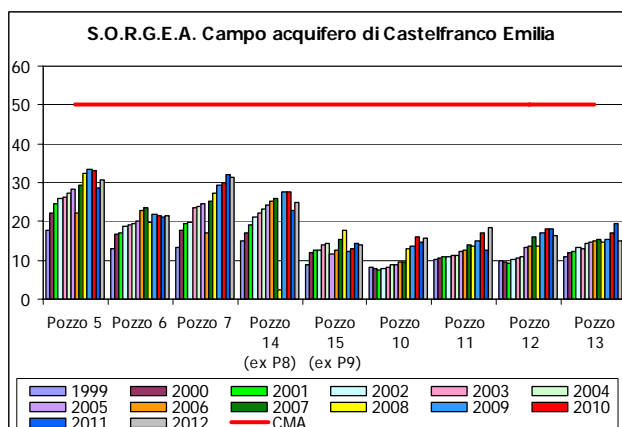
Emungimento medio annuo (m³) HERA Modena sud e Marzaglia:

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Modena sud	1.463.601	1.506.589	1.399.937	1.537.216	1.556.589	1.238.020	n.t.	320.295	659.245	256.757
Marzaglia	10.358.119	10.553.535	10.404.713	10.136.152	10.634.272	10.465.984	8.149.280	7.830.630	9.022.744	9.424.082



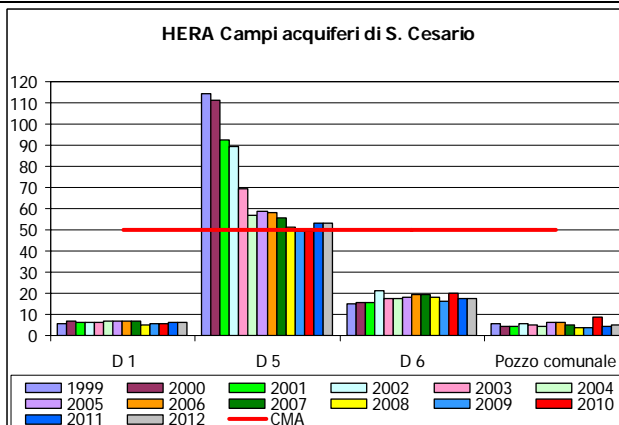
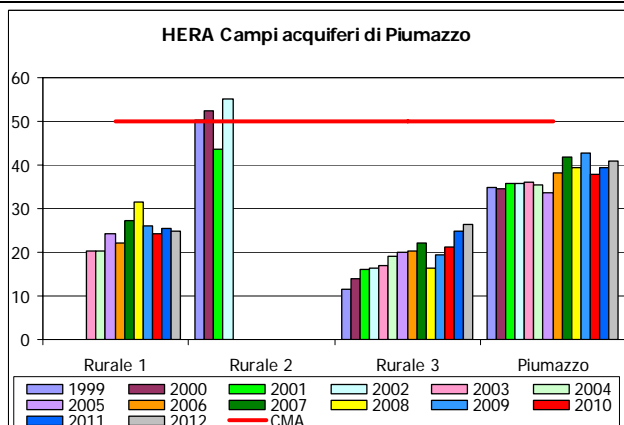
Emungimento medio annuo (m³) A.I.M.A.G. Campogalliano e Rubiera:

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Campogalliano	3.781.000	4.203.304	4.430.000	4.150.000	4.090.000	4.002.955	4.682.496	4.845.204	4.659.564	4.105.520
Rubiera	8.206.000	8.570.930	7.995.000	7.515.000	7.205.000	7.143.415	7.813.260	7.262.893	7.438.704	6.943.760



Emungimento medio annuo (m³) S.O.R.G.E.A. Castelfranco E. ed HERA Castelfranco E.:

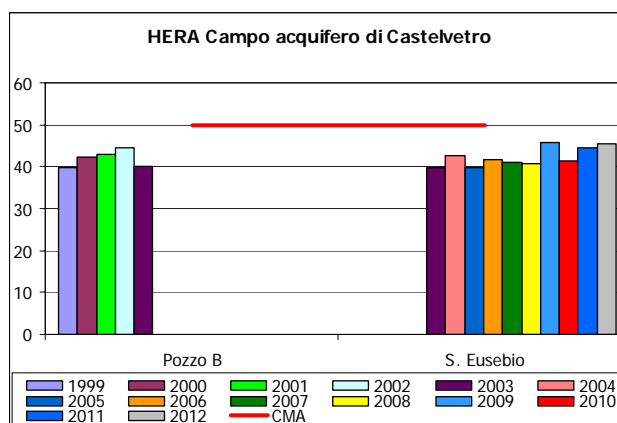
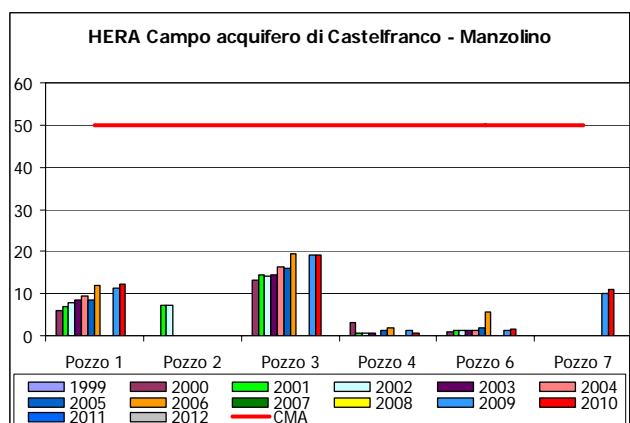
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
SORGEA	7.150.000	7.300.000	7.084.000	7.111.006	6.300.000	6.027.882	5.587.542	5.475.787	5.441.160	5.677.773
HERA	2.449.397	2.519.452	2.472.700	2.828.000	2.528.703*	2.858.674	1.415.479	1.347.274	1.250.258	1.379.111



Emungimento medio annuo (m³) HERA Piumazzo e S. Cesario:

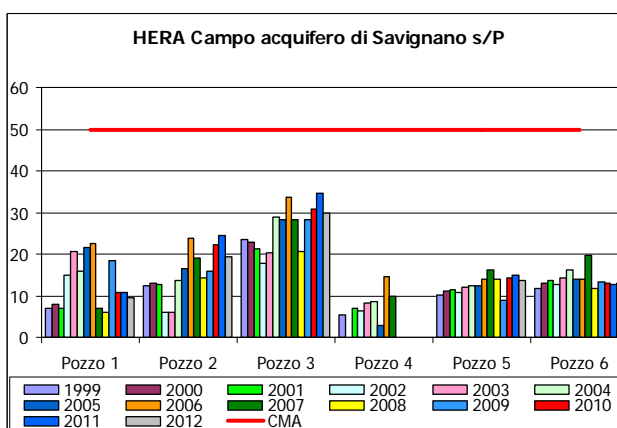
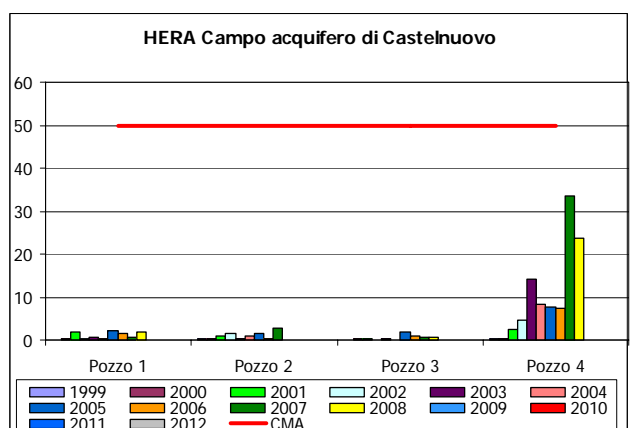
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Piumazzo	n.t.	n.t.	653.080	2.828.000*	2.528.703*	2.858.674*	1.479.889	1.515.008	1.812.372	1.907.229
S. Cesario	4.780.620	5.093.820	5.637.769	5.599.344	5.120.047	5.273.476	5.776.453	6.480.140	5.680.604	4.930.323

n.t.: dati non trasmessi. * Il dato comprende i prelievi complessivi dei campi acquiferi di Castelfranco e Piumazzo.



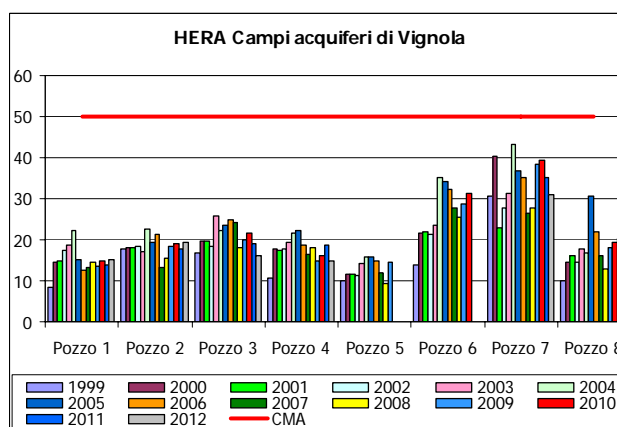
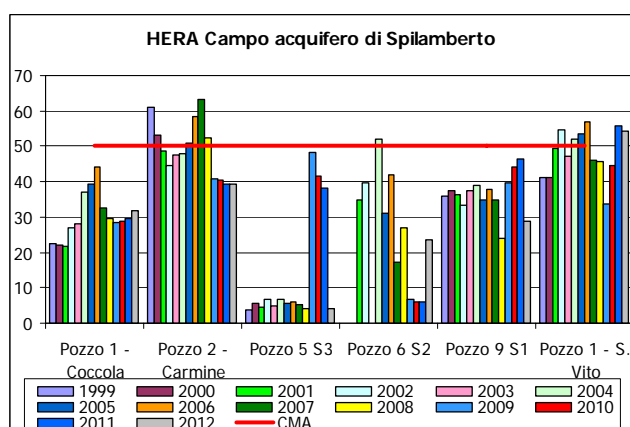
Emungimento medio annuo HERA (m³) Castelfranco (Manzolino) e Castelvetro:

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Manzolino	2.124.832	2.153.987	2.698.000	2.851.400	2.550.681	2.509.513	1.415.479	1.347.274	1.250.258	-
Castelvetro	1.037.500	800.864	418.000	78.000	468.198	881.680	394.410	9.586	16.432	331.606



Emungimento medio annuo (m³) HERA Castelnuovo R. e HERA Savignano s.P.:

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Castelnuovo R.	450.000	987.598	558.759	281.000	183.294	365.366	n.t.	n.t.	n.t.	n.t.
Savignano s.P.	224.685	688.702	804.000	698.000	690.203	912.630	890.195	887.496	914.603	918.746



Emungimento medio annuo (m³) HERA Spilamberto:e HERA Vignola:

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Spilamberto	1.630.000	1.510.000	1.770.000	1.350.000	1.001.879	1.209.343	2.519.629	2.685.612	2.587.424	2.793.276
Vignola	921.046	2.280.000	2.397.000	2.036.000	1.573.108	1.447.153	1.261.382	1.620.903	1.620.361	1.247.531

n.t.: dati non trasmessi. n.d.: dati non disponibili

Le elaborazioni riportate nel presente capitolo valutate con i dati acquisiti sugli andamenti qualitativi delle acque emunte per usi idropotabili, confermano e sostanziano ulteriormente l'esigenza di interventi aggiuntivi tali da contrastare il trend di crescita dei nitrati nelle acque sotterranee.

STATO CHIMICO

Lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei (SCAS) è stato attribuito utilizzando i dati di monitoraggio del triennio 2010-2012, elaborati secondo la metodologia individuata dal D.Lgs. 30/2009.

Quest'ultima prevede, per ciascuna stazione di monitoraggio, il confronto delle concentrazioni medie annue con gli standard di qualità e i valori soglia definiti a livello nazionale per diverse sostanze chimiche (tabelle 2 e 3 dell'Allegato 3 del D.Lgs. 30/2009). Il superamento dei valori di riferimento (standard e soglia), anche per un solo parametro, è indicativo del rischio di non raggiungere lo stato di "buono" al 2015 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 come 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 assume concentrazioni superiori ai valori soglia, tali per cui questi ultimi vengono innalzati pari ai valori di fondo naturale. La determinazione dei valori di fondo naturale per diverse sostanze assume pertanto grande importanza al fine di non classificare le acque di scarsa qualità per cause naturali come in cattivo stato, oppure di identificare improbabili punti di inversione dei trend con conseguente attivazione di misure di ripristino impossibili da realizzarsi nella pratica.

Lo stato chimico "scarso" è stato pertanto attribuito tenendo conto dei valori soglia definiti per i corpi idrici sotterranei e, dove il numero delle stazioni di monitoraggio in stato "scarso" erano oltre il 20% del totale delle stazioni dello stesso corpo idrico sotterraneo.

Il D.Lgs. 30/09 prevede che lo stato chimico venga calcolato per ciascuna stazione di monitoraggio e per ciascun anno durante il quale si effettua il monitoraggio chimico. Per poter attribuire uno stato del triennio a ciascun punto di controllo, è stato considerato lo stato prevalente nel triennio e come sostanze critiche per lo stato chimico, sono state elencate tutte le sostanze riscontrate nella stazione che hanno causato uno stato scarso. Di seguito si riporta per ciascun corpo idrico, lo stato chimico, il livello di confidenza prevalente e i parametri chimici critici che hanno portato alla classificazione dello stesso (Tabella 9).

Corpo idrico sotterraneo	SCAS 2010-2012	Livello di confidenza	Parametri critici
Freatico di pianura fluviale	Scarso	A (M)	Nitrati Boro, Cloruri, Solfati, Nitriti
Conoide Panaro - libero	Scarso	A	Nitrati, Organoalogenati
Conoide Panaro - confinato superiore	Scarso	A	Nitrati
Conoide Secchia – libero	Scarso	A (M)	Nitrati, Organoalogenati
Conoide Secchia - confinato superiore	Scarso	A	Nitrati
Conoide Secchia - confinato inferiore	Scarso	(A) M	Nitrati, Organoalogenati
Conoide Tiepido - confinato inferiore	Scarso	A	Nitrati, Boro
Conoide Tiepido - confinato superiore	Scarso	A M	Nitrati
Conoide Tiepido - libero	Scarso	A (B)	Nitrati, Organoalogenati

Tabella 9 – Parametri critici dei corpi idrici classificati in stato chimico scarso.

In Figura 15, si riporta la distribuzione dei punti di controllo con la relativa classificazione chimica elaborata

sulla base del primo triennio di monitoraggio 2010-2012.

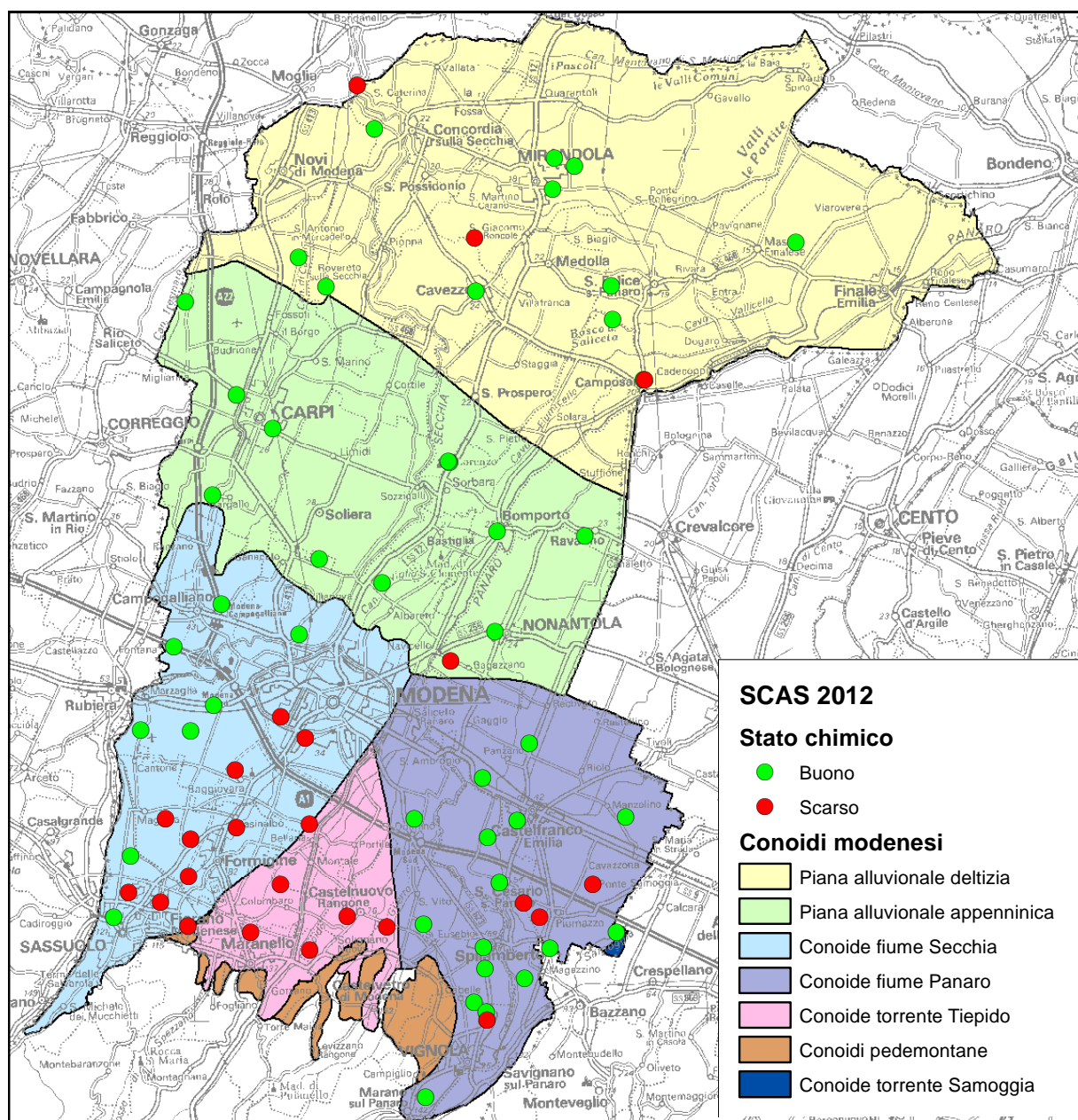


Figura 15 – Classificazione chimica dei singoli pozzi (2010 – 2012)

Da quanto sopra rappresentato, complessivamente si evidenzia che il 67% dei punti di controllo (51 rispetto i 76 totali) risulta in stato di “buono”, si tratta principalmente di punti di controllo collocati in ambiti collinari e montani, di fondovalle e profondi di pianura alluvionale. I restanti pozzi, pari al 33% del totale (25 punti di controllo), è classificato in stato chimico “scarso”, contribuendo a mettere a rischio il non raggiungimento degli obiettivi di qualità nazionali ed europei. I suddetti punti sono collocati principalmente nei corpi idrici di conoide alluvionale appenninica (21) e freatici di pianura (4). In particolare la falda freatica di pianura che è quella posta a diretto contatto con tutte le attività antropiche presenti sul territorio, individua come principali elementi che non consentono il raggiungimento dello stato di “buono”, i Nitrati e i Solfati, e in minor misura anche boro e cloruri; al momento non risulta invece critica la presenza di i fitofarmaci.

Di seguito si riportano le classificazioni chimiche dei corpi idrici freatici (Figura 16), dei corpi idrici confinati inferiori (Figura 17) e dei corpi idrici confinati superiori e montani (Figura 18).

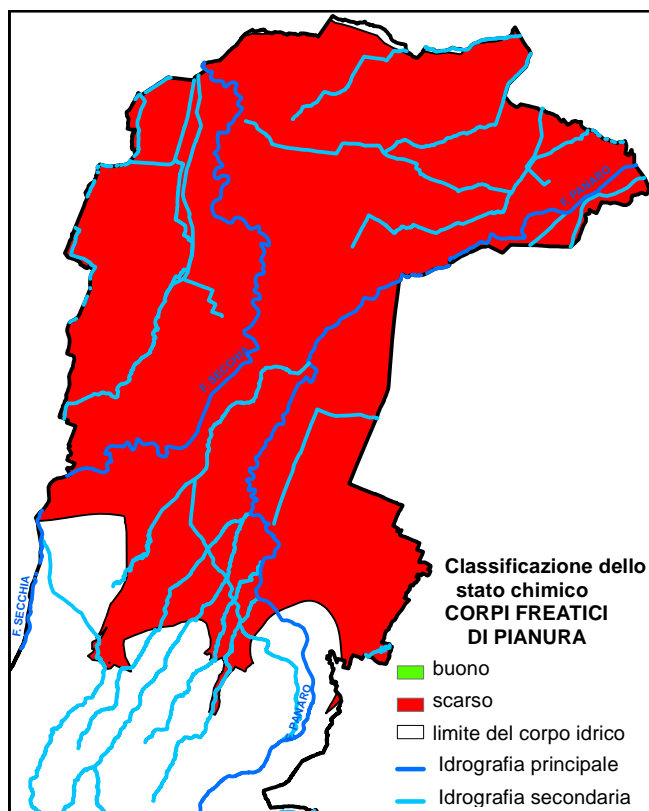


Figura 16 – Classificazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei freatici di pianura (2010 – 2012)

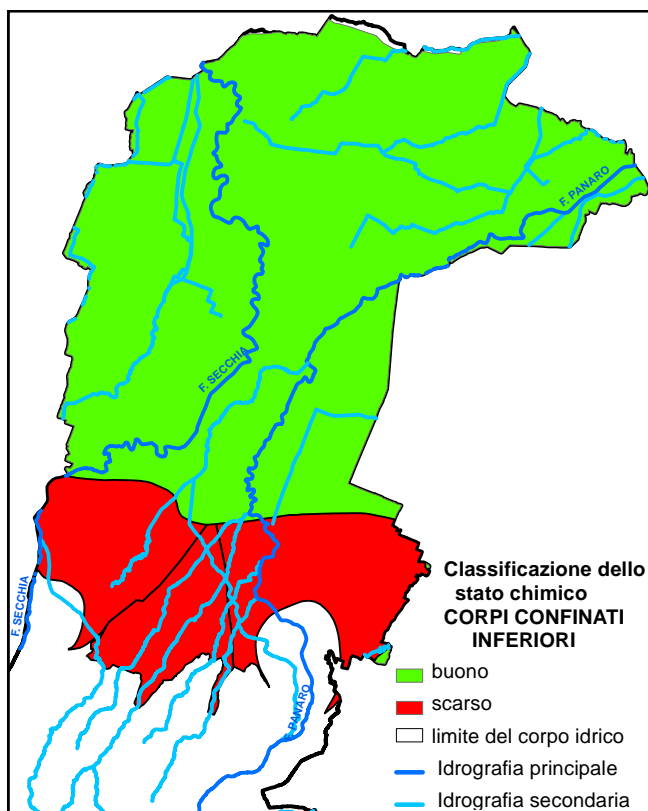


Figura 17 – Classificazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei confinati inferiori (2010 – 2012)

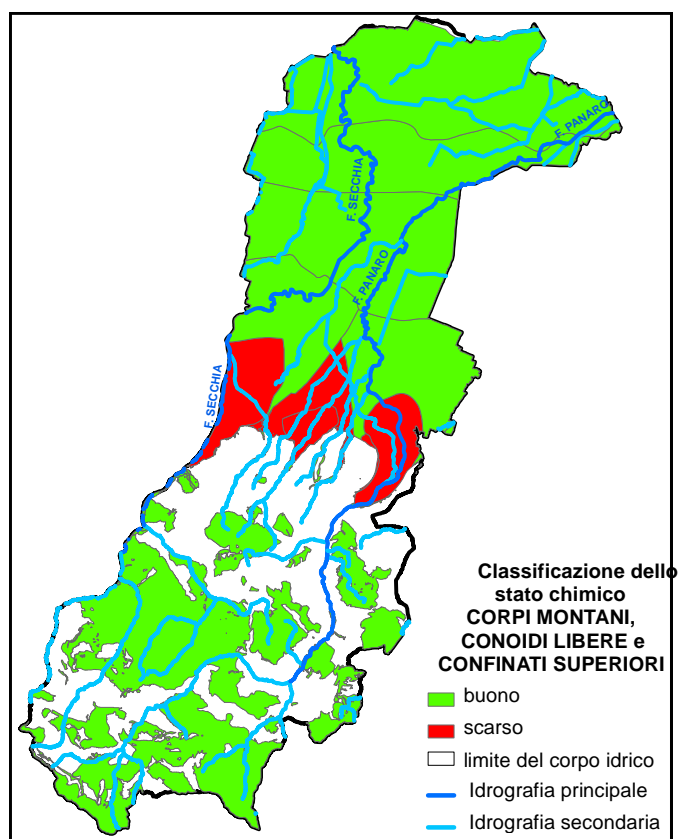


Figura 18 - Classificazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura (2010-2012)

I corpi idrici confinati superiori, confinati inferiori e conoide libera, classificati in stato scarso appartengono alle conoidi alluvionali appenniniche, in cui le principali criticità sono rappresentate da Nitrati e Organoalogenati: i primi derivanti dalle attività agricole e zootecniche, mentre i secondi da testimonianze delle attività antropiche di tipo civile e industriale, svolte nell'ambito della fascia collinare e di alta-pianura corrispondente alla zona con maggiore urbanizzazione. La presenza di queste sostanze, favorite dall'elevata permeabilità dell'area, in questo contesto territoriale caratterizzato da numerosi prelievi, può compromettere nel tempo gli usi pregiati della risorsa.

ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI 2012 IN PROVINCIA DI MODENA E CONFRONTO CON IL CLIMA DEGLI ULTIMI 20 ANNI.

Nel 2012, come nell'anno precedente, si rilevano ancora precipitazioni nel complesso inferiori alle medie 1991-2010. Il 2012 sarà ricordato soprattutto per l'eccezionale siccità estiva, una delle più gravi di sempre, paragonabile, per alcuni versi addirittura peggiore, rispetto a quella storica del 2003. Nell'estate, rispetto ai circa 120 mm di pioggia attesi in pianura (clima 1991-2010) ne sono caduti tra 20 e 40 mm, in alcune aree non si sono raggiunti i 10 mm.

Le precipitazioni dal 1° gennaio al 31 dicembre 2012

Considerando globalmente l'anno 2012 le piogge della provincia di Modena (Figura 19) risultano in generale comprese tra 500 e 600 mm in pianura e tra 700 e 1600 mm sui rilievi. Questi valori, se confrontati con le precipitazioni medie annuali calcolate nel periodo 1991-2010 (Figura 20) mostrano, per il 2012, una anomalia negativa (Figura 21) superiore ai 100 mm su gran parte della provincia. Ne fanno eccezione l'area di bassa pianura, che presenta anomalie inferiori e il crinale appenninico in cui le piogge risultano nella norma o superiori. Percentualmente rispetto alle attese climatiche (Figura 22) i maggiori scostamenti negativi si osservano sulla fascia di alta pianura a nord della città di Modena con valori superiori al 20 %. Su gran parte del resto del territorio le precipitazioni 2012 risultano inferiori al clima 1991-2010 tra il 10 ed il 20 %. Valori nella norma o superiori si osservano solo nelle aree di crinale appenninico. Il grafico di fig. 5 mostra le precipitazioni 2012 di 5 aree rappresentative di altrettante aree orografiche: bassa e alta pianura, pedecollina, montagna, crinale appenninico, a confronto con i valori climatici calcolati nel periodo 1991-2010. I risultati sono coerenti con la descrizione precedente.

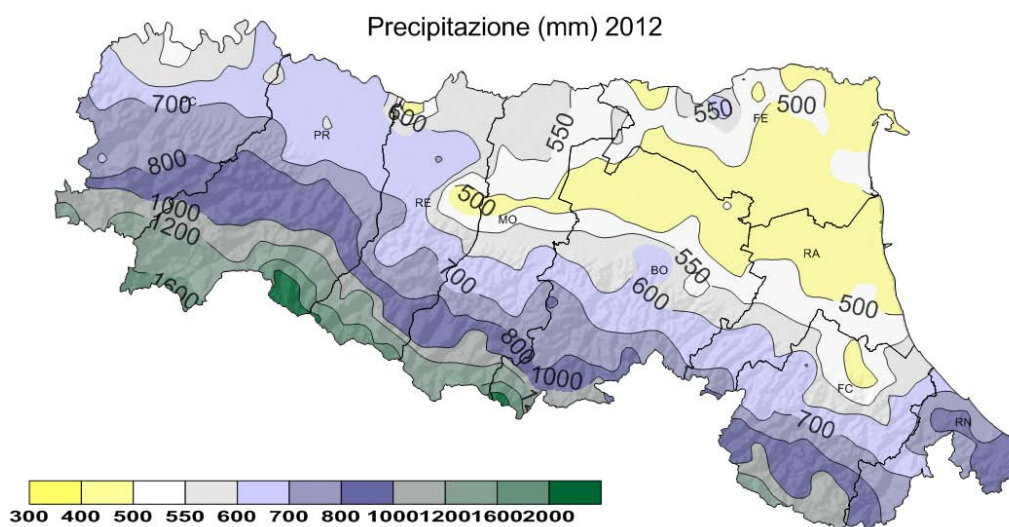


Figura 19 – Mappa delle precipitazioni cumulate - anno 2012.

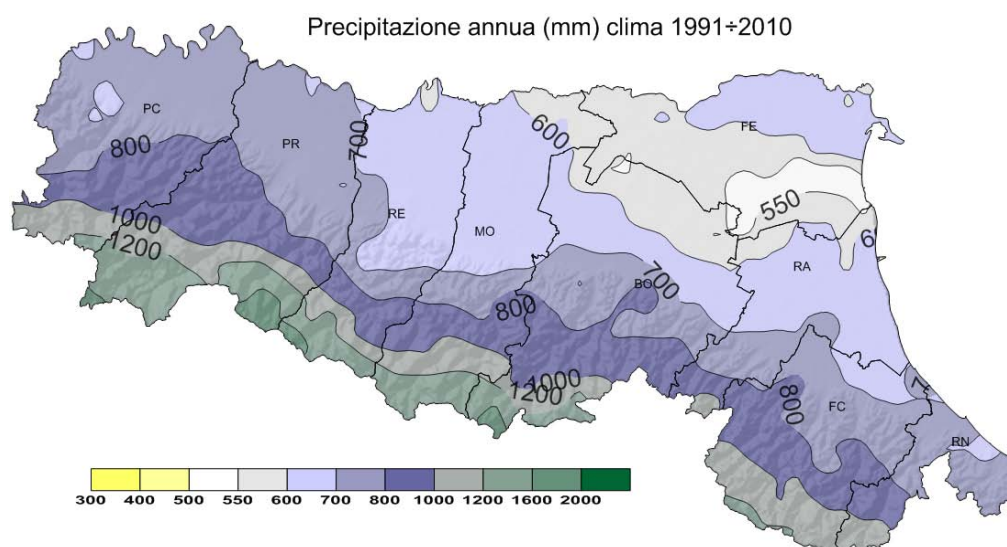


Figura 20 – Precipitazioni medie annuali calcolate nel periodo 1991-2010.

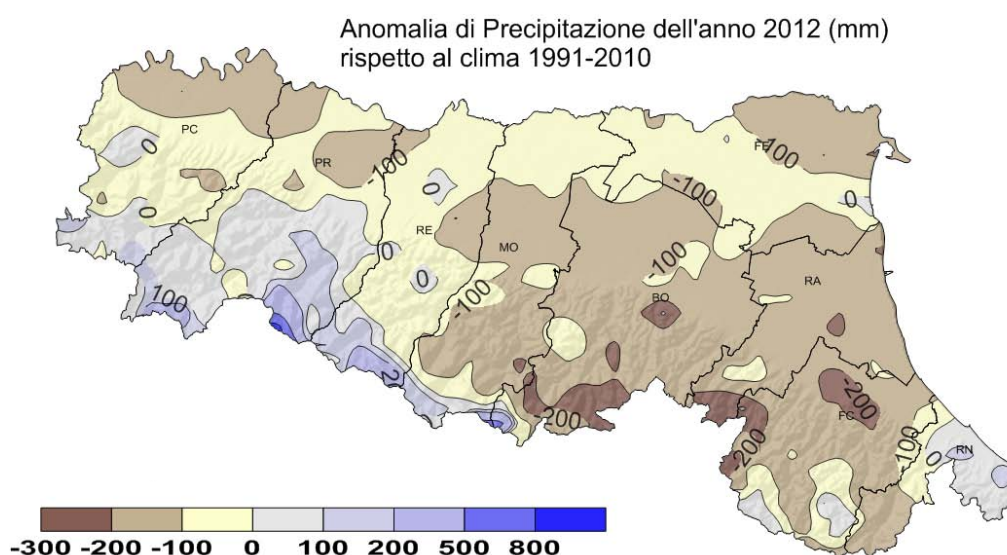


Figura 21 – Anomalie negative sul periodo 1991-2010.

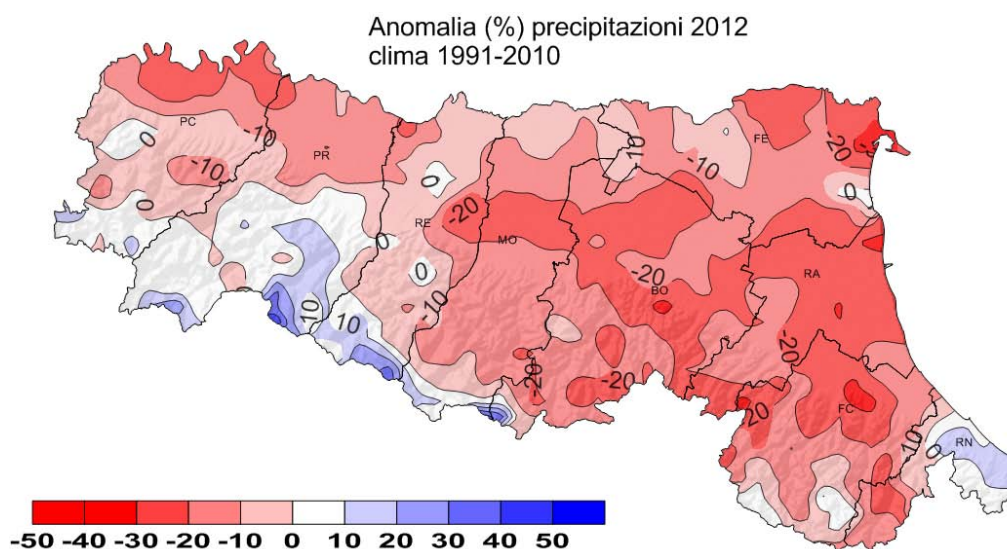


Figura 22 – Anomalie negative sul periodo 1991-2010, in termini percentuali.

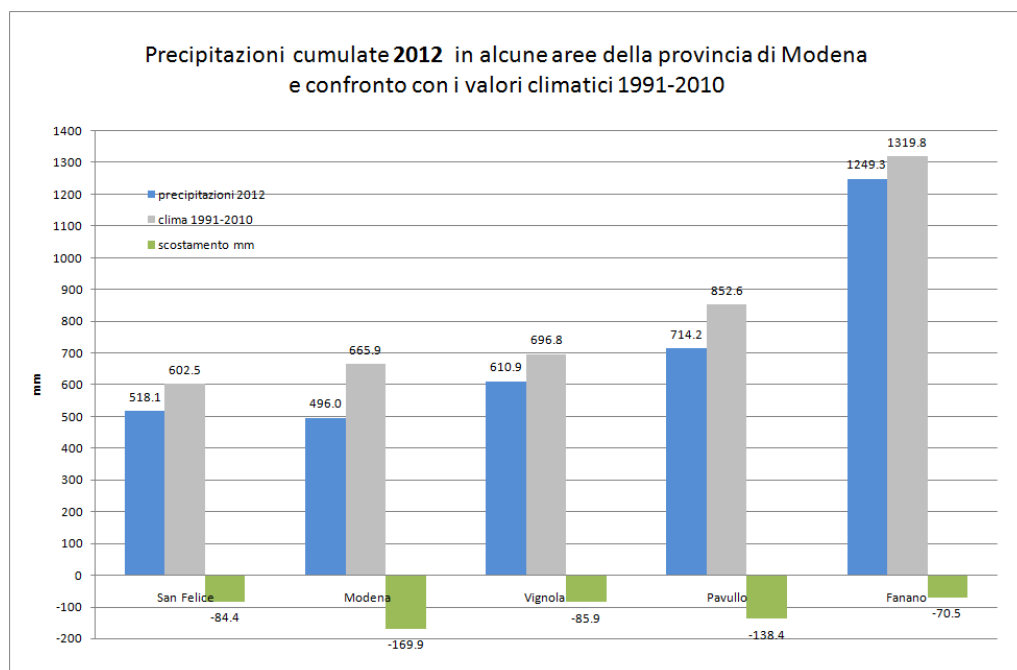
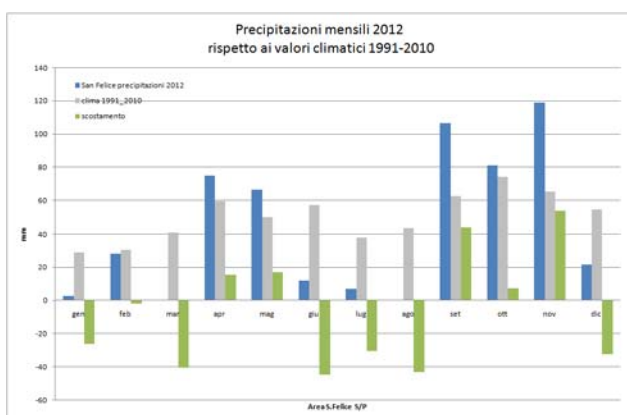


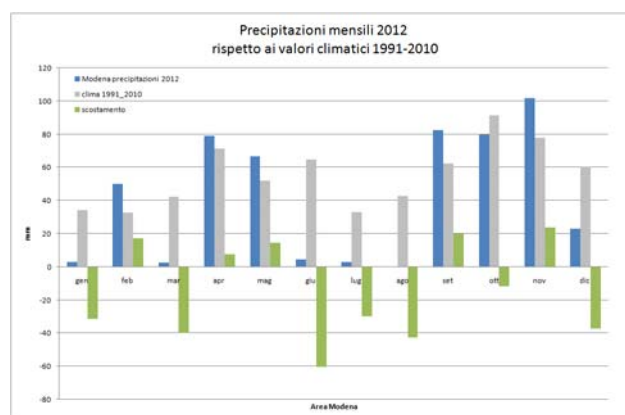
Figura 23 – Precipitazioni cumulate nel 2012 nelle diverse aree della provincia.

Andamento delle precipitazioni cumulate mensili di 5 stazioni (bassa pianura, alta pianura, pedecollina collina e montagna) rispetto al clima 1991-2010

Dall'osservazione dei grafici in Figura 24 è possibile ricavare le principali caratteristiche pluviometriche mensili del 2012 confrontate con i valori climatologici dei 20 anni 1991-2010. I primi mesi del 2012 hanno mostrato andamenti contrastanti con importanti anomalie negative in gennaio e marzo; in quest'ultimo mese non sono state registrate piogge in pianura. Febbraio è stato caratterizzato da forti precipitazioni nevose; nell'area della città di Modena si sono raggiunti 74 cm di neve, valore tra i più elevati degli ultimi 50 anni; nelle aree di bassa pianura le precipitazioni sono state inferiori, confrontabili al clima degli ultimi 20 anni. In Aprile e Maggio le piogge sono state superiori alla norma. Con l'estate 2012 si entra in una fase di eccezionale siccità; nei tre mesi da giugno a agosto, rispetto ai circa 120 mm attesi in pianura, ne sono caduti tra 20 e 40, in alcune aree di alta pianura a nord della città di Modena non si sono raggiunti i 10 mm con scostamenti percentuali rispetto al clima superiori al 90 %. Le precipitazioni estive registrate nell'area di Modena (Figura 26) risultano di gran lunga le più basse del 1991. L'autunno ha visto al contrario piogge superiori alla norma, particolarmente in settembre e novembre.



San Felice



Modena

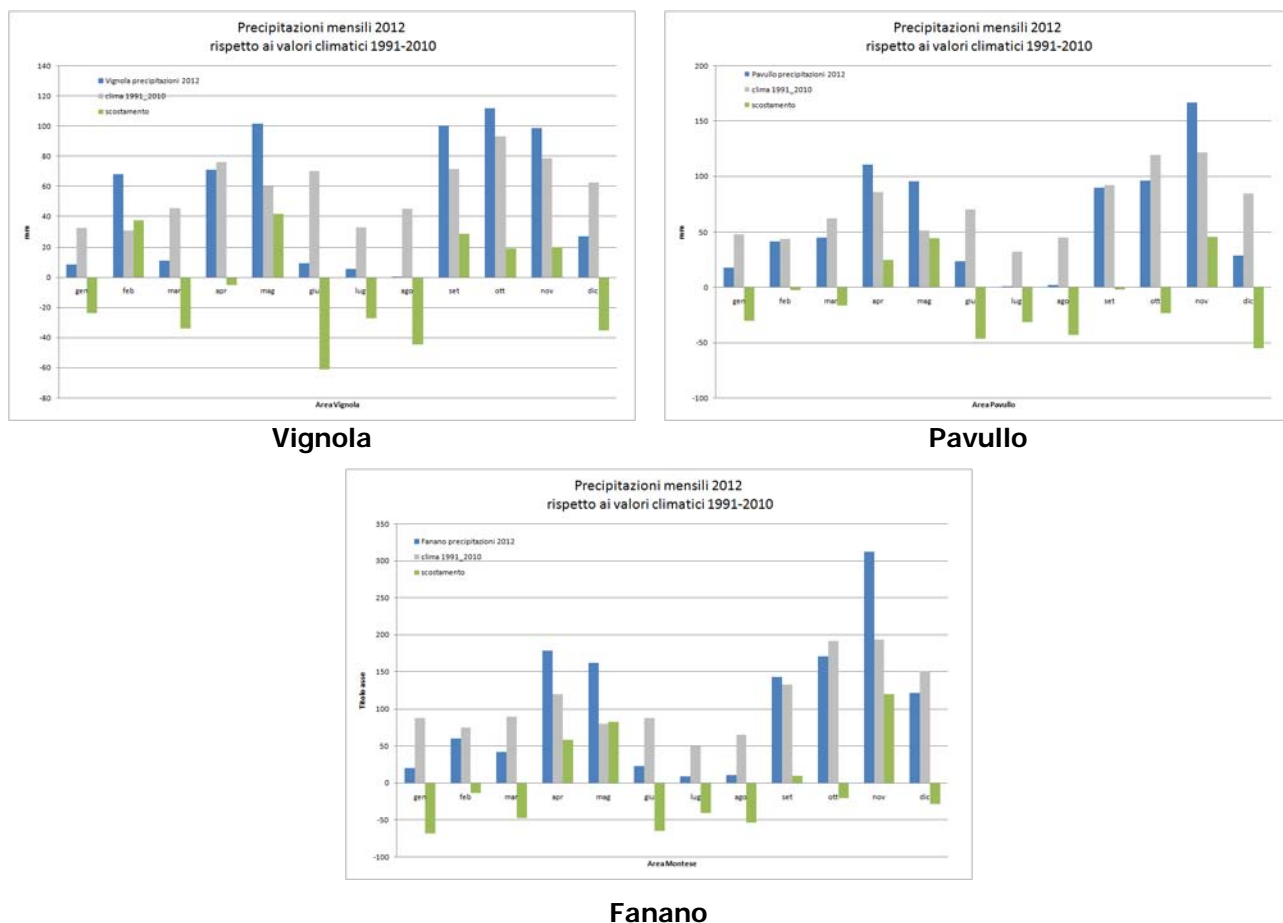


Figura 24 – Precipitazioni mensili 2012 rispetto ai valori climatici nelle diverse aree di provincia.

Andamento e tendenza delle precipitazioni annuali: analisi su media delle 5 aree dal 1991 al 2012

Il grafico di Figura 25 mostra l'andamento delle precipitazioni sulla provincia di Modena ottenuta come media dei valori ricavati dalle 5 aree analizzate in precedenza. Da questo grafico si nota che le piogge cumulate nel 2012, pari a 717 mm, risultano inferiori al clima calcolato sul periodo 1991-2010 (827 mm), ma ancora notevolmente superiori alle annate più siccitose della serie considerata in cui le precipitazioni annuali risultano inferiori a 600 mm (2011, 2006 e 1998).

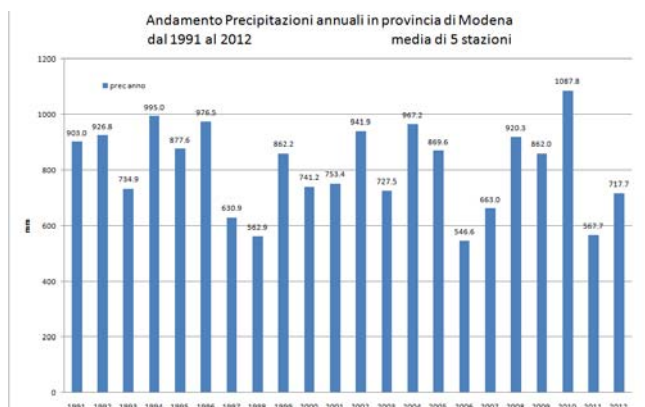


Figura 25 – Andamento delle precipitazioni annuali sulla provincia di Modena ottenuta come media dei valori delle 5 aree analizzate anni 1991-2012.

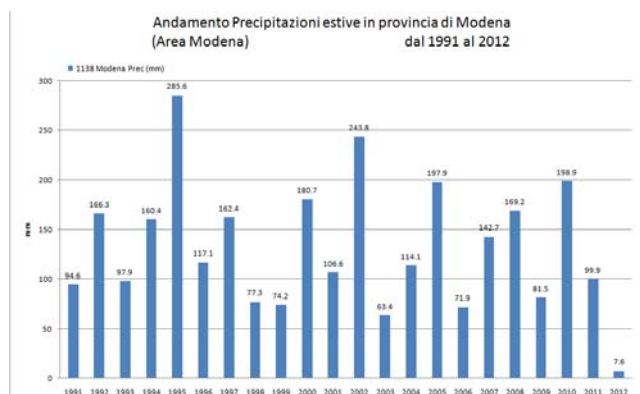


Figura 26 – Andamento delle precipitazioni estive sulla provincia di Modena anni 1991-2012.

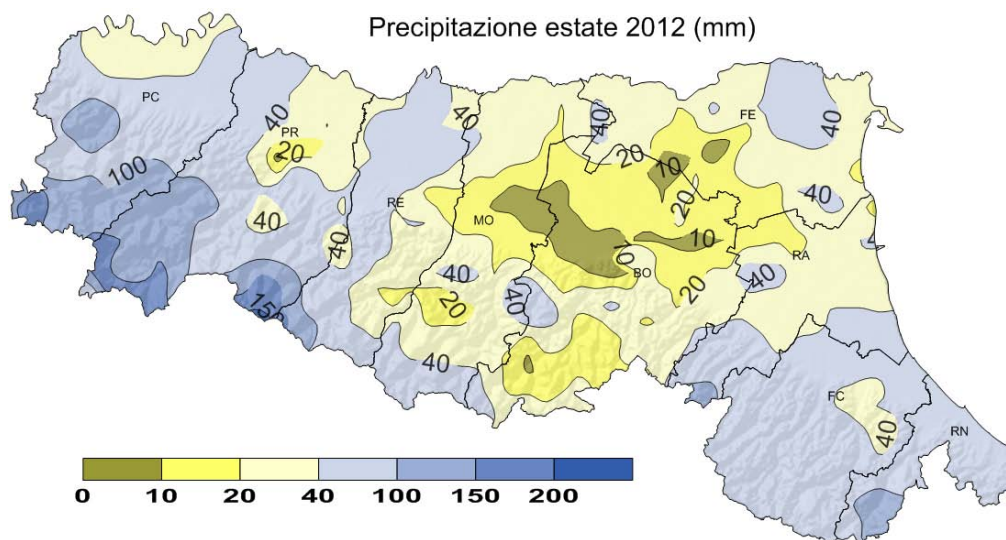


Figura 27 – Precipitazioni estive sulla provincia di Modena anno 2012.

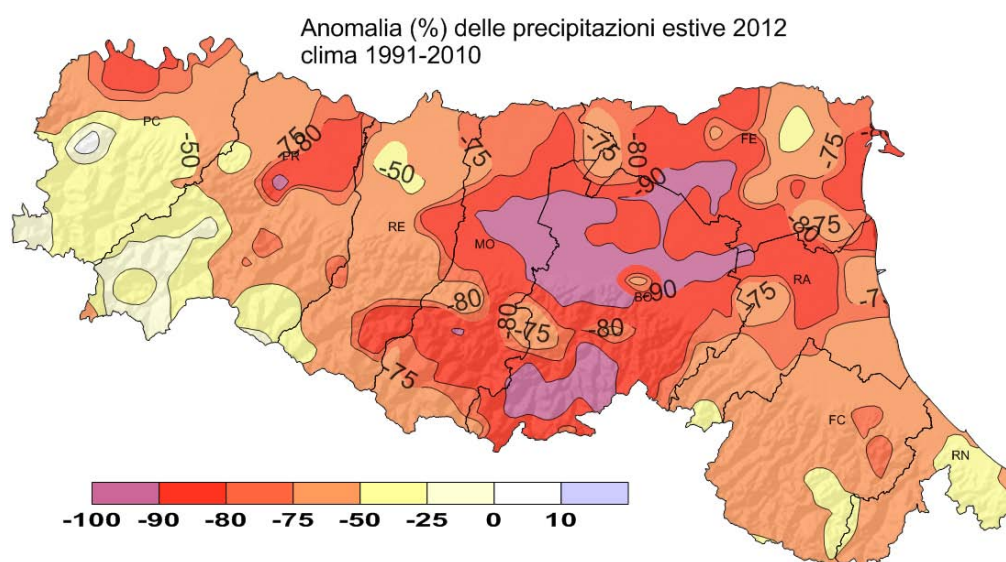


Figura 28 – Anomalia percentuale delle precipitazioni estive sulla provincia di Modena anno 2012.

Le mappe delle precipitazioni 2012 e delle anomalie rispetto al periodo 1991-2010 sono state prodotte sulla base dei dati meteo presenti in Erg5 (banca dati meteorologici sviluppata dal Servizio IdroMeteoClima di ARPA per l'applicazione dei programmi di produzione integrata). Il sistema provvede all'integrazione dei sistemi osservativi disponibili presso ARPA-SIM e alla interpolazione territoriale dei dati dei dati orari e giornalieri su griglia regolare con passo di 5 km.

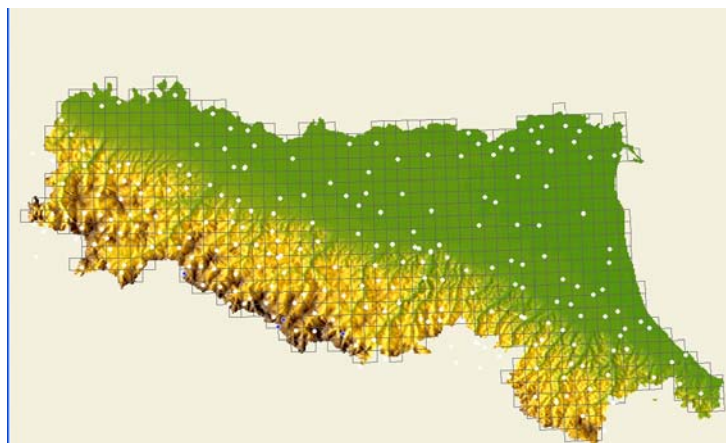


Figura 29 – Griglia Erg5 e distribuzione delle stazioni meteo.

La griglia Erg5, copre tutte le aree situate all'interno dei confini regionali. Il dato rilevato è costituito dal dato orario registrato nelle stazioni della rete Locali-Simc (filtrato da un apposito programma di convalida del dato). Il dato di analisi è ricavato da procedure che estendono alla griglia di analisi Erg5 i dati rilevati nei punti della rete Locale Simc.

STATO 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, che avvengono 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.

I dati di livello e di portata disponibili nel triennio sono stati quindi mediati per ottenere un valore medio del triennio 2010-2012.

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 (Figura 30 e Figura 31), 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 (1.379.111 mc/anno) e S. Cesario (4.930.323 mc/anno) gestiti da Hera e campo acquifero di Castelfranco (5.677.773 mc/anno) gestito da Sogea. L'ubicazione dei più significativi prelievi acquedottistici annui (Figura 14) conferma i consistenti emungimenti di acqua di falda nel territorio ad ovest del centro abitato di Modena, dove insistono i campi acquiferi di Cognento (Aimag 9.362.615 mc/anno; Hera 8.852.792 mc/anno) e Marzaglia (Hera 9.424.082 mc/anno). Rilevanti risultano anche i prelievi dei pozzi acquedottistici ubicati a Sassuolo (4.656.158 mc/anno) e Formigine (6.865.298 mc/anno).

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 alluvionali confinate superiori, sia di quelli sottostanti e più profondi che, oltre le conoidi libere, contemplano le conoidi confinate inferiori e le pianure alluvionali confinate inferiori (Figura 30 e Figura 31). Si fa notare che le stazioni rappresentative dei corpi idrici di conoide libera vengono utilizzati in entrambe le elaborazioni essendo questi corpi idrici in contiguità idrogeologica con le due porzioni sovrapposte confinate di conoide, quella superiore e quella inferiore. Questa diversa elaborazione rispetto al passato, determinata dalla nuova individuazione dei corpi idrici anche con la profondità, non permette il confronto diretto con le elaborazioni precedenti; permette però di cogliere meglio gli effetti dei prelievi e/o del regime di ricarica naturale alle diverse profondità della pianura.

La distribuzione della piezometria evidenzia il caratteristico andamento del livello delle acque sotterranee, con valori elevati nelle zone di margine appenninico, che si attenuano poi passando alle conoidi libere, che rappresentano la zona di ricarica diretta delle acque sotterranee profonde da parte dei corsi d'acqua, alle zone di pianura alluvionale.

La distribuzione della soggiacenza evidenzia situazioni di valori piezometrici negativi nelle conoidi dei fiumi Secchia e Panaro, indotti dai prelievi effettuati per i diversi usi della risorsa.

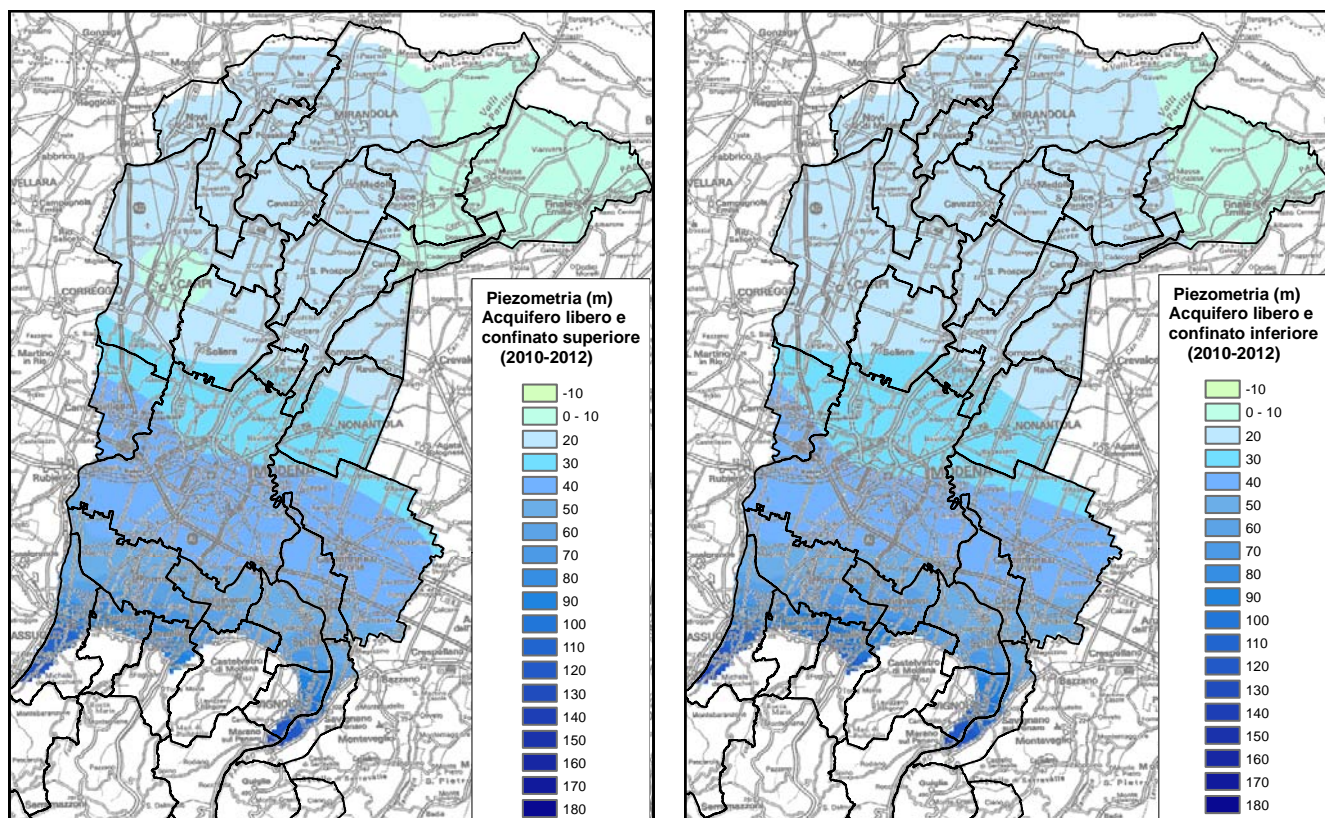


Figura 30 – Andamenti piezometrici: media anni 2010-2012 nei corpi idrici liberi e confinati superiori (a sinistra) e nei corpi idrici liberi e confinati inferiori (a destra).

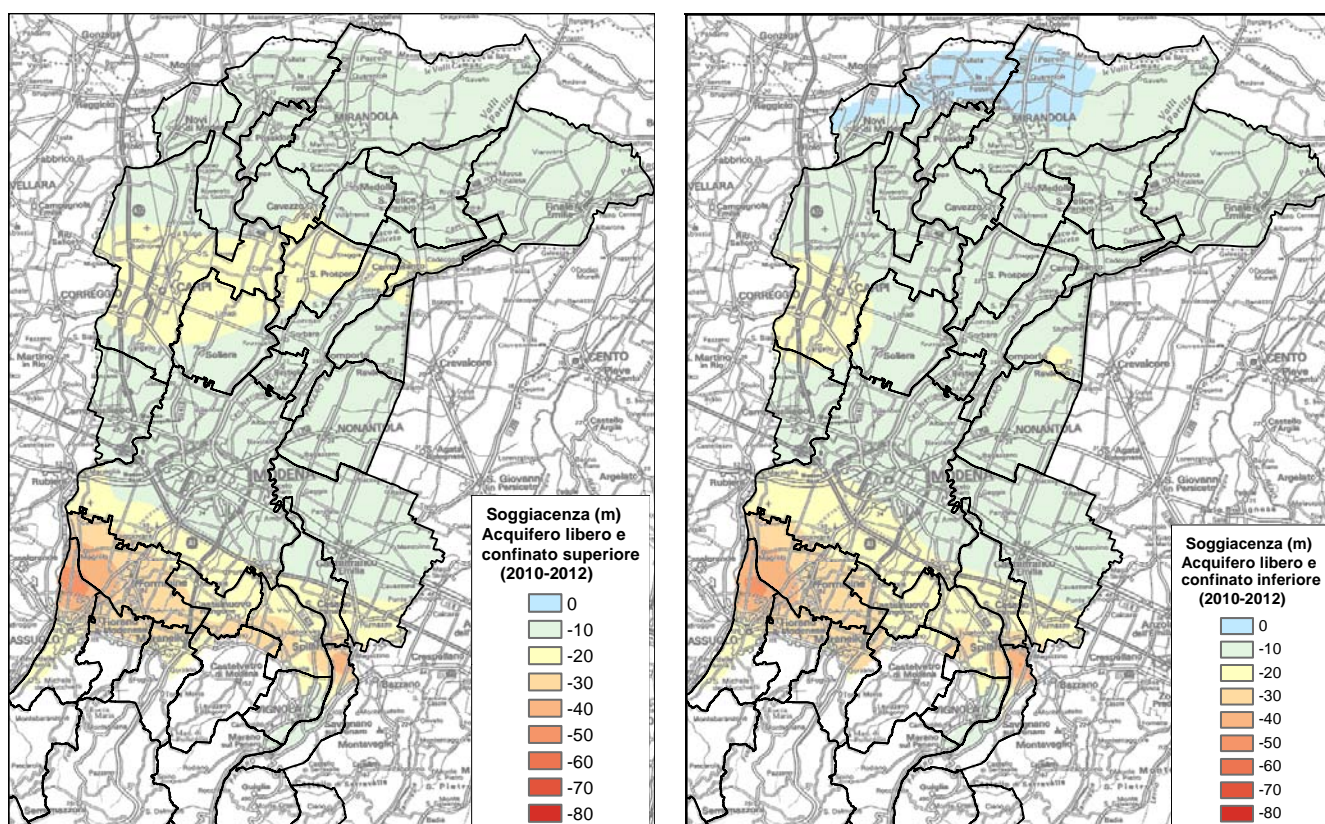


Figura 31 – Andamenti della soggiacenza: media anni 2010-2012 nei corpi idrici liberi e confinati superiori (a sinistra) e nei corpi idrici liberi e confinati inferiori (a destra).

Di seguito si riportano gli andamenti piezometrici di alcuni pozzi della rete di monitoraggio appartenenti alle due conoidi maggiori dei fiumi Panaro e Secchia, della conoide intermedia del torrente Tiepido e della Piana Alluvionale Appenninica e Padana.

Conoide del fiume Panaro

Dall'analisi dei dati di trend del livello piezometrico dei pozzi afferenti alla conoide del fiume Panaro, si registra nel 2012 un tendenziale abbassamento del livello di falda più o meno marcato rispetto al biennio precedente (2010-2011) sia in relazione alla vicinanza del corpo idrico principale che risulta alimentante fino all'altezza della via Emilia, che sulla base della caratteristica dell'acquifero in grado di ricevere l'alimentazione anche dalla superficie topografica attraverso le precipitazioni meteoriche.

Per quanto attiene l'acquifero libero, si ravvisa una oscillazione piezometrica stagionale, con massimi primaverili e minimi tardo estivi-autunnali (pozzo MO32-01, Figura 32).

In particolare il pozzo MO34-00, ubicato in apice di conoide a poche decine di metri dal fiume Panaro e collocato in un areale classificato come *"aree a ricarica diretta della falda"* (Art. 12B del PTCP), presenta una oscillazione del livello piezometrico influenzato sia dalle precipitazioni che dai livelli idrometrici del fiume anche se non sempre risulta presente l'alternanza stagionale tra minimo e massimo piezometrico. Il livello della falda si rileva a pochi metri dal piano campagna.

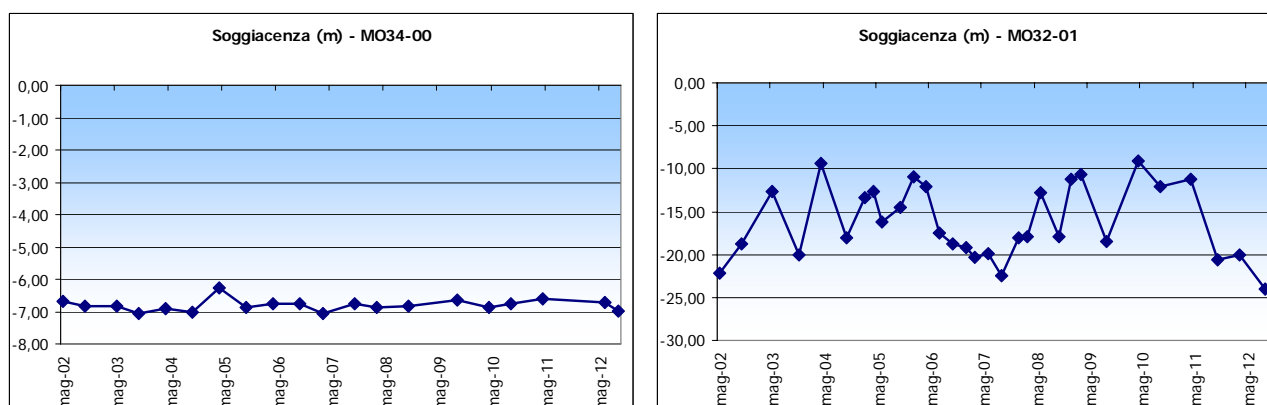


Figura 32 – Conoide del fiume Panaro – acquifero libero.

Per il pozzo MO32-01, collocato in apice di conoide in un'area a *"ricarica diretta della falda"*, essendo ad una maggiore distanza e quota altimetrica rispetto al fiume, risulta maggiormente percepibile l'alternanza stagionale di livello di falda. In questo caso la distanza della tavola d'acqua rispetto al piano campagna è elevata con valori che vanno dai 10 ai 20 m da p.c..

Procedendo verso nord, nella zona intermedia della conoide del Panaro, la soggiacenza si attesta ancora intorno ai 12 – 20 m da p.c.. L'acquifero risulta maggiormente protetto, e si registra inoltre una discreta alternanza stagionale del livello statico con minimi autunnali e massimi primaverili.

I pozzi ricadenti nella parte distale della conoide (Figura 33), presentano un livello di falda sempre più prossimo al piano campagna; le oscillazioni piezometriche mostrano alternanze stagionali più o meno marcate. Non c'è alimentazione dalla superficie se non nei primi livelli freatici, mentre la ricarica da parte del fiume va a scemare con l'allontanamento dall'alveo.

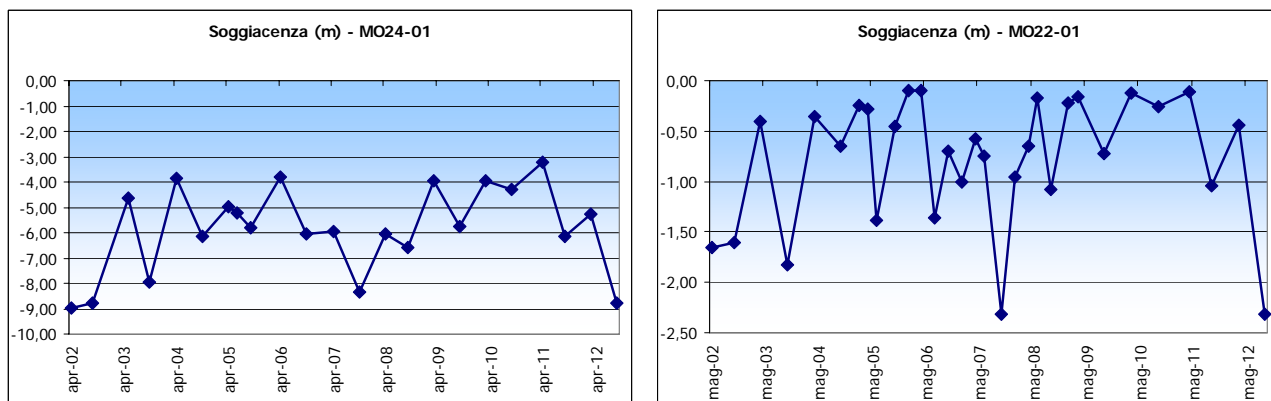


Figura 33 – Conoide del fiume Panaro – acquifero confinato superiore.

Conoide del fiume Secchia

I dati relativi all'andamento piezometrico registrato nella conoide del fiume Secchia nell'ultimo biennio indagato (2011-2012), confermano il leggero abbassamento della falda acquifera registrato nel 2010, nell'area pedecollinare sede dei campi acquiferi di Sassuolo-Formigine; procedendo verso la porzione distale della conoide, il trend del livello di falda risulta sempre più in incremento.

Anche in quest'area l'acquifero libero risulta influenzato sia dalle precipitazioni meteoriche che dalle portate idriche in relazione alla vicinanza del fiume, con oscillazioni piezometriche stagionali, con massimi primaverili e minimi tardo estivi-autunnali.

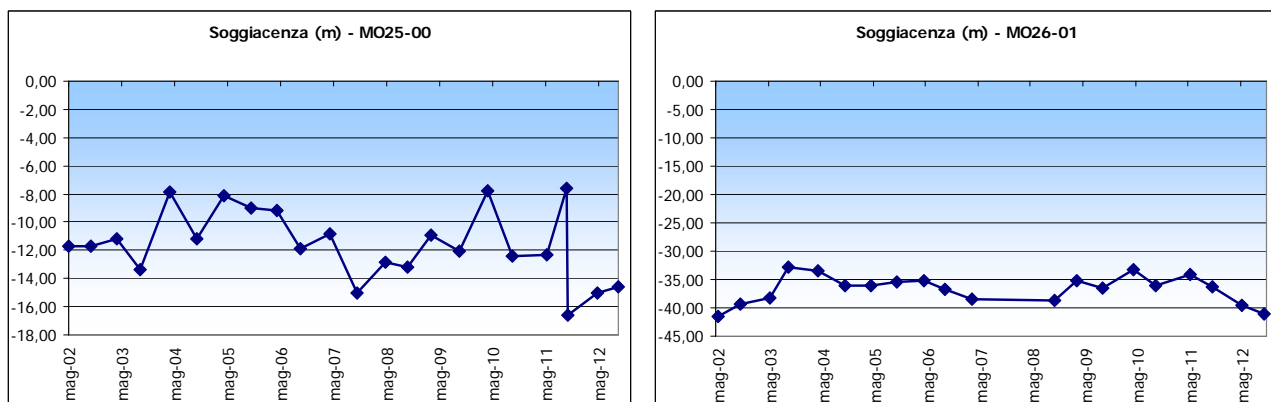


Figura 34 – Conoide del fiume Secchia – acquifero libero.

Il pozzo MO25-00, collocato in apice di conoide del fiume Secchia, in vicinanza del campo acquifero di Sassuolo in un'area a "ricarica diretta della falda", presenta una alternanza abbastanza marcata dell'oscillazione di falda; al contrario per il pozzo MO26-01, posizionato ad una maggiore distanza dal fiume, ma sempre in area a ricarica diretta, tale alternanza non sempre si percepisce. Inoltre il livello statico della falda è collocato a una distanza più elevata da piano campagna (-32 - -42 m da p.c.).

Anche per l'acquifero confinato superiore, le oscillazioni piezometriche seguono i ritmi stagionali, anche se con variabilità meno marcate. Procedendo verso nord in direzione del ventaglio di conoide, il livello di falda si rinvia a profondità più prossime al piano campagna.

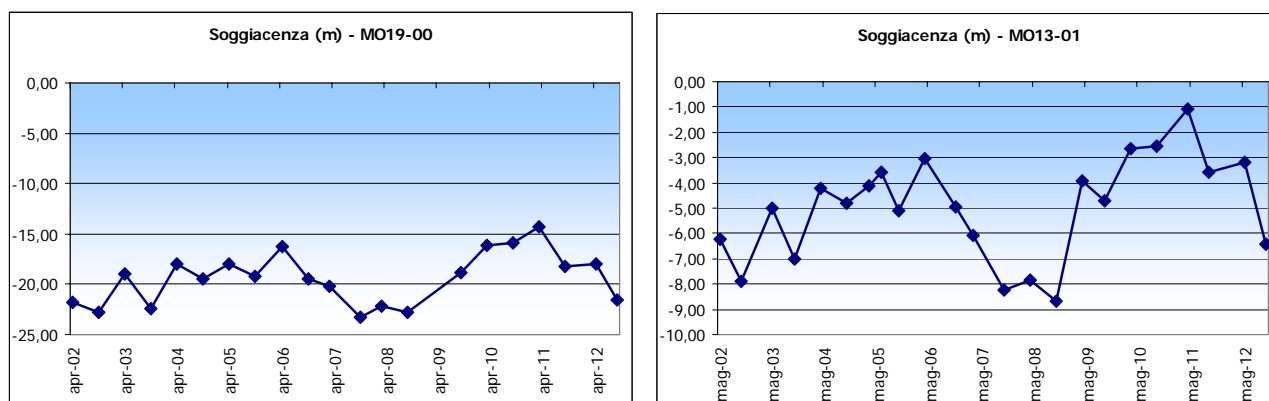


Figura 35 – Conoide del fiume Secchia – corpo idrico confinato superiore.

Per quanto riguarda il corpo idrico confinato inferiore, non si registra più una alternanza stagionale della falda, anche se le escursioni della soggiacenza rimangono significative (Figura 36).

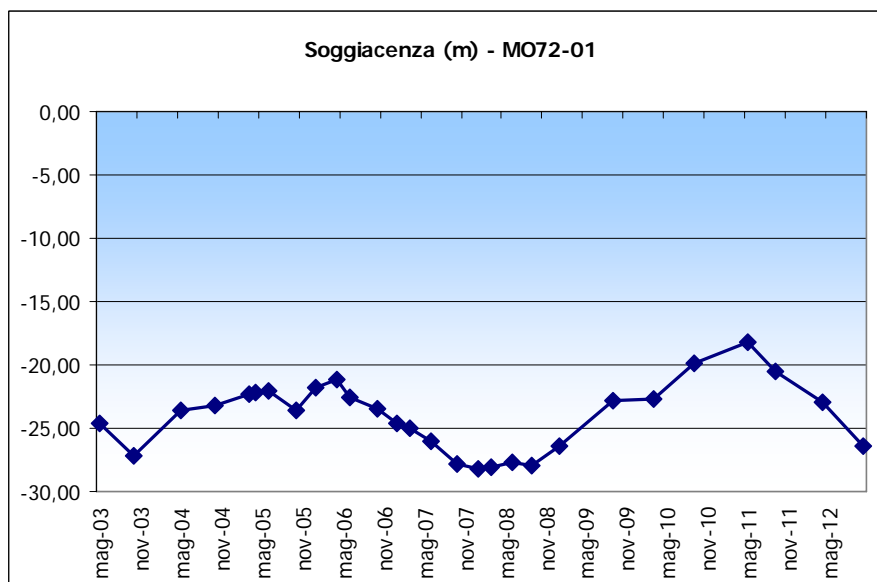


Figura 36 – Conoide del fiume Secchia – corpo idrico confinato inferiore.

Conoide minore del torrente Tiepido

Le acque sotterranee sottese alla conoide minore del torrente Tiepido, vengono prevalentemente alimentate dalla superficie topografica. Ad esempio il pozzo MO60-00 collocato nella porzione di acquifero libero, presenta la classica alternanza stagionale della falda (Figura 37).

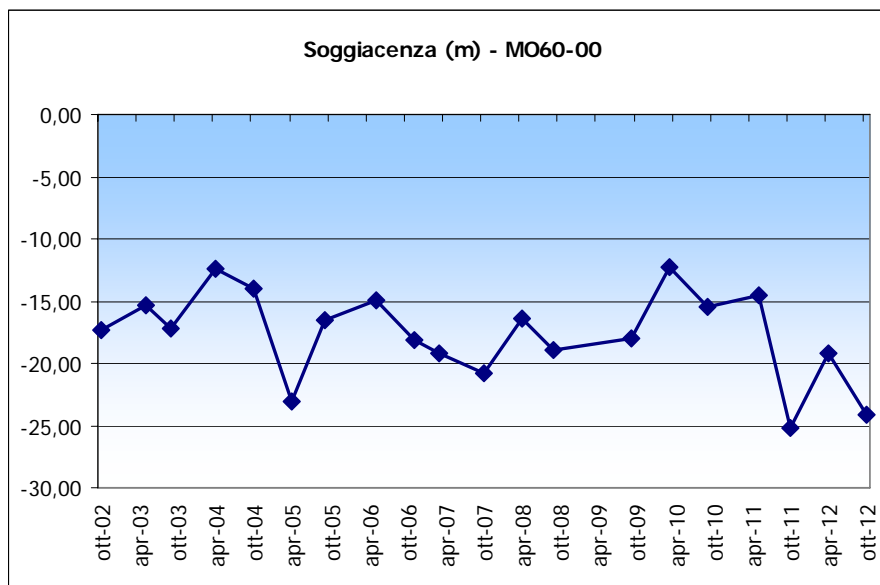


Figura 37 – Conoide del torrente Tiepido – corpo idrico libero.

Andamento non sempre coerente con le alternanze stagionali, si registra nell’acquifero confinato superiore, in cui oltre ad una parte di alimentazione proveniente dai livelli saturi superiori, la falda viene alimentata dai territori di monte (Figura 38).

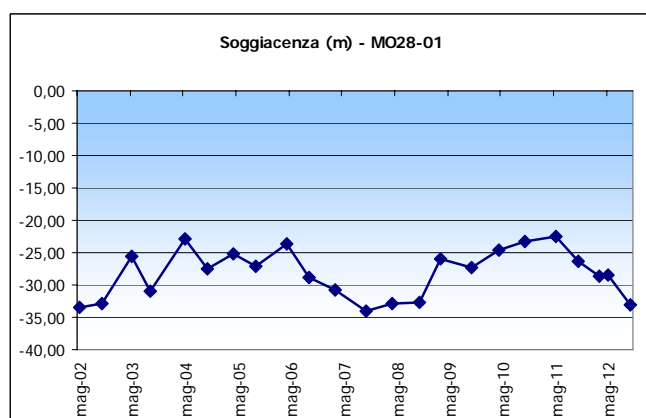


Figura 38 – Conoide del torrente Tiepido – corpo idrico confinato superiore.

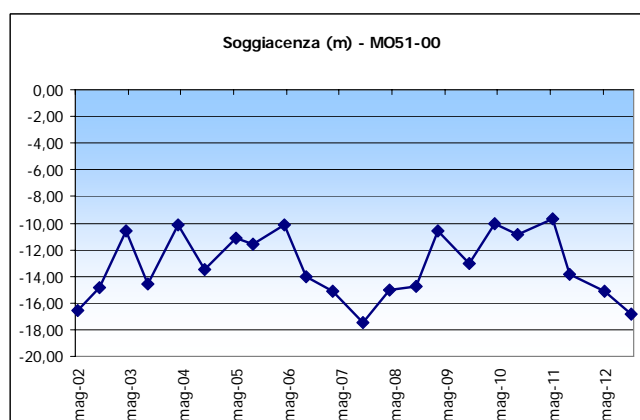


Figura 39 – Conoide del torrente Tiepido – corpo idrico confinato inferiore.

Nel confinato inferiore si percepisce ancora una alternanza stagionale del livello di falda, con massimi di oscillazione di poco superiori ai 4 metri (Figura 39).

Piana alluvionale appenninica e deltizia

La variazione del livello statico registrato sia nella piana alluvionale appenninica che in quella deltizia, risulta dell’ordine dei due metri. Si rileva un andamento alterno tra minimi piezometrici autunnali (magra estiva) e massimi primaverili (morbida).

Il trend del livello statico nei pozzi della piana alluvionale risulta tendenzialmente in calo nel tempo, con una lieve ripresa nell’ultimo biennio monitorato nei pozzi confinati superiori appartenenti alla pianura alluvionale di transizione e appenninica.

Nella piana alluvionale appenninica, le oscillazioni piezometriche non superano i 2 metri (Figura 40).

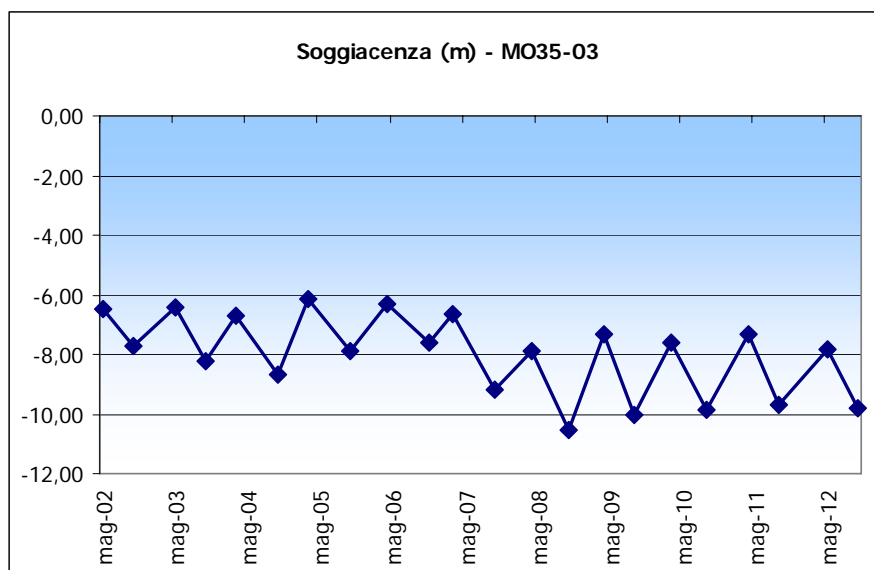


Figura 40 – Piana alluvionale appenninica – corpo idrico confinato superiore.

Anche nella zona di transizione tra piana alluvionale appenninica e padana, si rileva l'alternanza stagionale della falda, ma con oscillazioni che non superano il metro (Figura 41). Il livello di falda si attesta a pochi metri dal piano campagna.

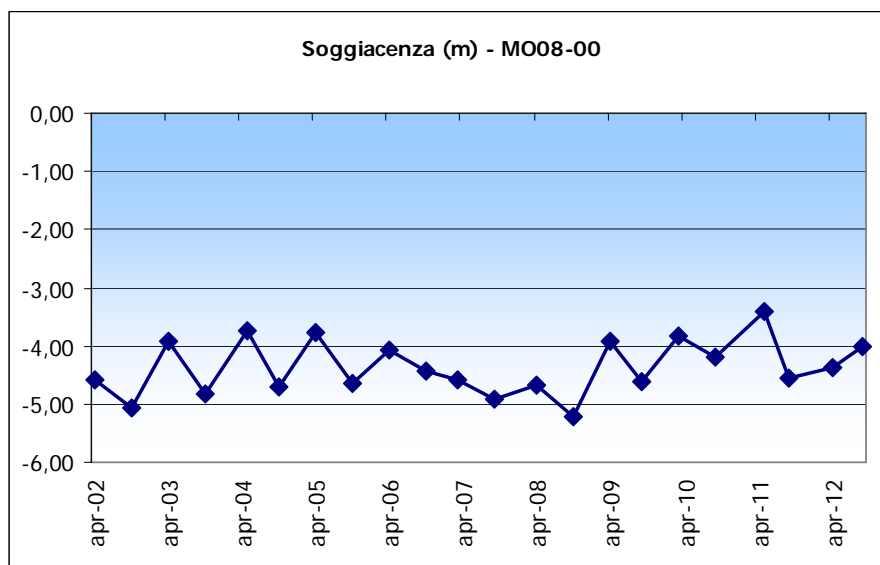


Figura 41 – Transizione Pianura Appenninica-Padana - corpo idrico confinato superiore.

Non molto differente risulta la situazione nei corpi idrici confinato superiore ed inferiore della pianura alluvionale Padana. Le oscillazioni piezometriche seguono sempre l'alternanza stagionale con variazioni dell'ordine di un paio di metri (Figura 42 e Figura 43).

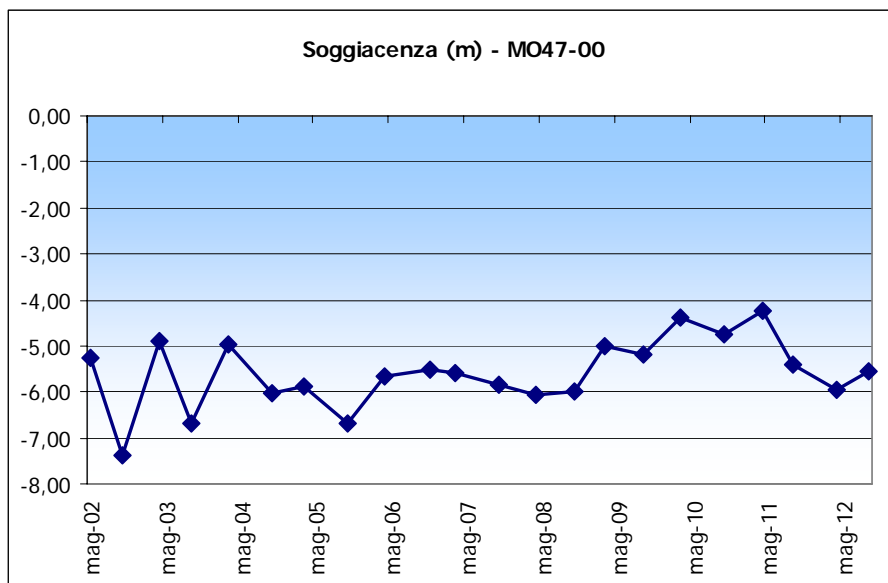


Figura 42 –Pianura Alluvionale Padana - corpo idrico confinato superiore.

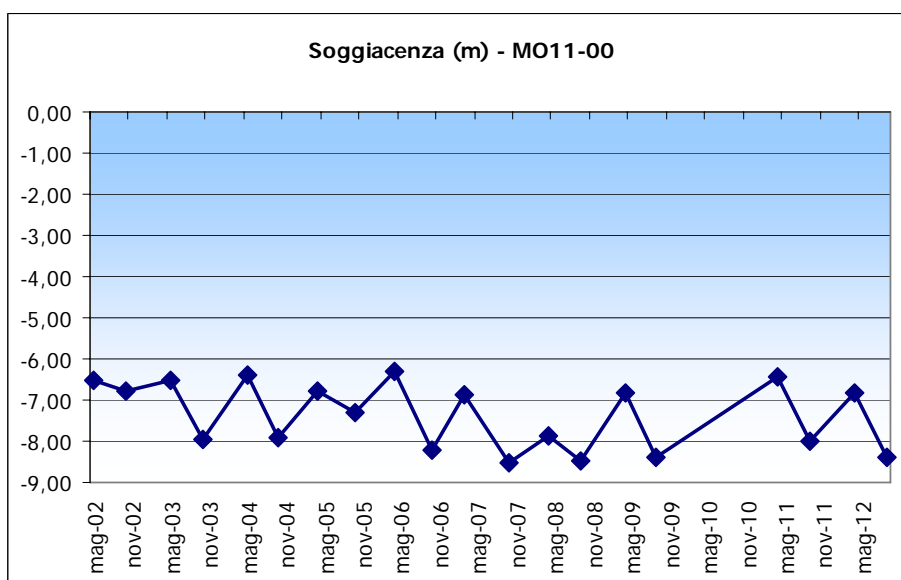


Figura 43 – Pianura alluvionale Padana - corpo idrico confinato inferiore.

Complessivamente il livello della falda si attesta tra i 5 e i 10 m da p.c.. Le oscillazioni piezometriche poco marcate sono caratteristiche degli acquiferi confinati, che non risentono in modo diretto né delle precipitazioni meteoriche, né delle portate dei fiumi.

LA CLASSIFICAZIONE DELLO STATO QUANTITATIVO

Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei è stato desunto a partire dallo stato quantitativo di ciascuna stazione di monitoraggio che presenta un numero significativo di misure idonee a calcolare il trend della piezometria. Da un punto di vista quantitativo, complessivamente si evidenzia che l'87% dei corpi idrici è classificabile in stato *"buono"*. Si tratta di corpi idrici collinari e montani, di fondovalle, freatici e profondi di pianura alluvionale. Questi ultimi rappresentano circa il 70% della superficie totale di pianura.

Il resto dei corpi idrici, il 13%, pari a numero 3 del totale, è in stato quantitativo *"scarso"*, ovvero a rischio di non raggiungere gli obiettivi normativi. Si tratta dei corpi idrici confinato superiore e libero appartenenti alla conoide del Tiepido, in cui la maggior parte degli apporti idrici avviene dalla superficie topografica e dove si concentrano i maggiori prelievi acquedottistici e quelli irrigui, non trascurabili soprattutto nel periodo estivo. Testimonianza di tale deficit idrico è data dalla progressiva scomparsa dei fontanili o risorgive, caratteristici del territorio, a causa dell'abbassamento della falda freatica dovuta ai crescenti prelievi di acqua dal sottosuolo.

Lo stato quantitativo dei corpi idrici freatici di pianura è stato individuato in classe di *"buono"* per la pressoché assenza di pozzi ad uso industriale, irriguo e civile, e per il rapporto idrogeologico con i corpi idrici superficiali, sia naturali che artificiali, che ne regolano il livello per gran parte dell'anno.

Lo stato quantitativo dei corpi idrici montani e dei depositi di fondovalle è stato individuato in classe *"buono"* in quanto il prelievo dell'acqua da sorgenti risulta diffuso nei corpi idrici sotterranei e non localizzato, inoltre la captazione delle sorgenti avviene nella quasi totalità dei corpi idrici, in condizioni non forzate, ovvero non sono presenti, se non sporadicamente, pozzi o gallerie drenanti. In questi ultimi casi lo stato potrebbe essere individuato come *"scarso"* se le infrastrutture dovessero determinare un cambiamento al regime idrogeologico delle portate delle sorgenti ubicate in una porzione significativa del corpo idrico sotterraneo montano.

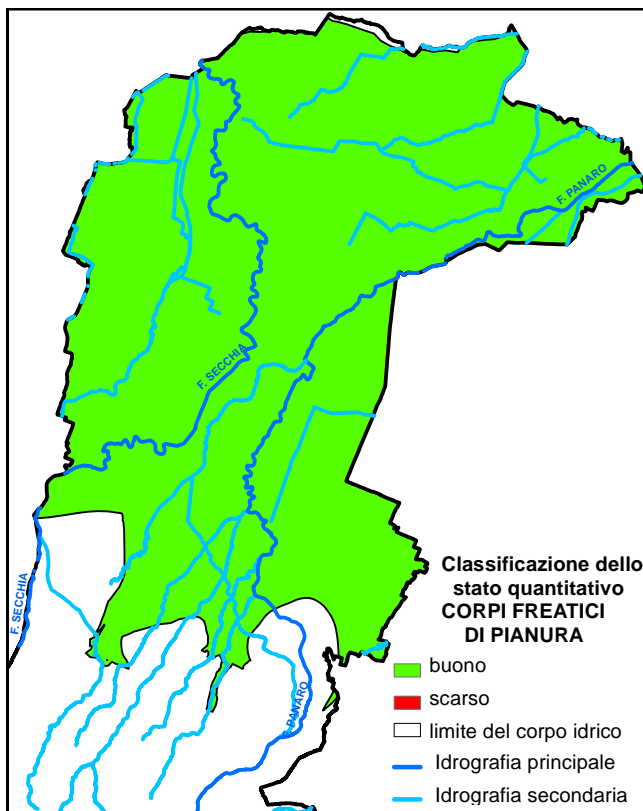


Figura 44 – Classificazione dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei freatici di pianura (2010 – 2012)

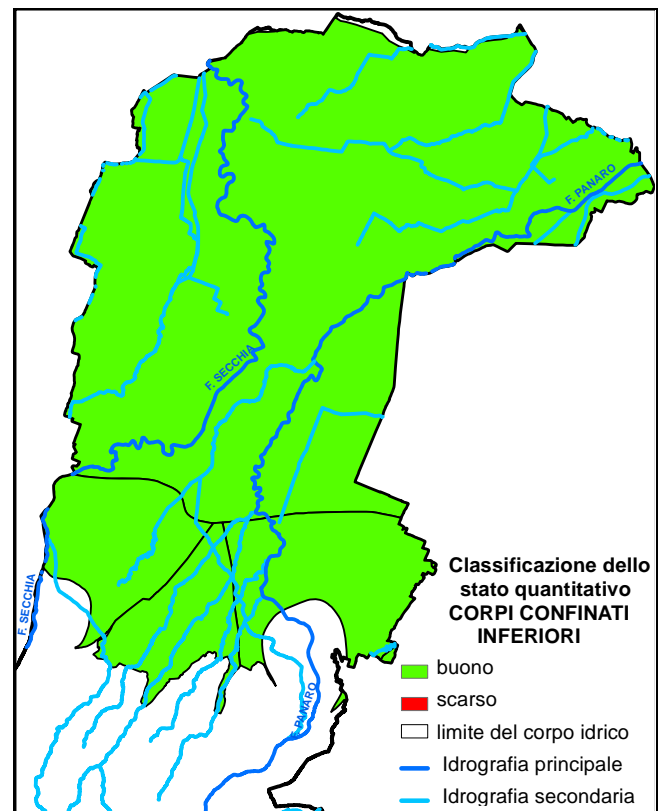


Figura 45 – Classificazione dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei confinati inferiori (2010 – 2012)

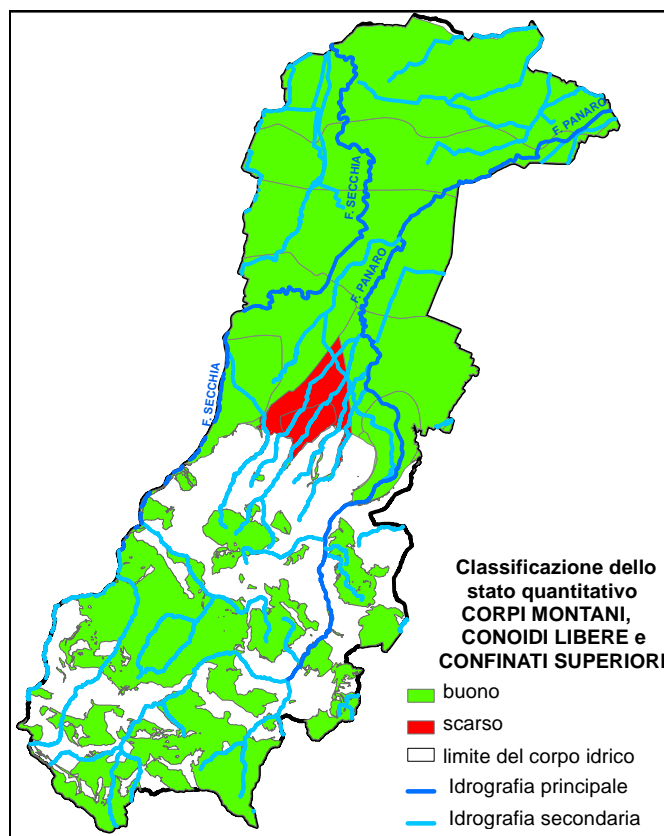


Figura 46 - Classificazione dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura (2010-2012)

I CORPI IDRICI MONTANI

Le sorgenti sono punti di emergenza naturali delle acque di falda e sono il luogo di congiunzione e di sovrapposizione di due ambienti acquatici diversi, quello sotterraneo e quello delle acque correnti superficiali.

Alla sorgente appartiene sia l'area in cui l'acqua, attraverso la bocca sorgiva, giunge in superficie, sia il ruscello sorgivo che da lì si forma. Il bacino di alimentazione di una sorgente può raggiungere estensioni di diverse centinaia di chilometri quadrati. La qualità dell'acqua di una sorgente rispecchia le condizioni ecologiche del suo bacino imbrifero e può quindi essere utilizzata come un indicatore dello stato di qualità di ampie aree di territorio.

In provincia di Modena una buona percentuale delle risorse idropotabili proviene dai sistemi sorgentizi appenninici, soggetti ad una elevata variabilità stagionale e periodica, dovuta alla diversa consistenza degli apporti meteorici ed alla permeabilità dei sistemi geologici.

Il D.Lgs. 30/2009, attuativo del D.Lgs. 152/2006, recependo le direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE, ha individuato nuovi criteri di classificazione dei corpi idrici sotterranei, stabilendo i valori soglia e gli standard di qualità per definire il buono stato chimico delle acque sotterranee, e ha definito i criteri per il monitoraggio e la classificazione dei corpi idrici sotterranei o dei raggruppamenti degli stessi, tra cui anche le sorgenti.

Pertanto, il Piano di Gestione della Regione Emilia-Romagna, sulla base dei criteri definiti nel decreto, a partire dall'anno 2010, ha inserito nella Rete di Monitoraggio Regionale gestita da ARPA, anche i corpi idrici montani (sorgenti).

In questo capitolo vengono analizzati in modo sintetico i dati relativi all'attività di monitoraggio dei corpi idrici montani in provincia di Modena, realizzato nel 2011.

Il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei montani

Il numero delle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici montani presenti in provincia di Modena, inserite nella rete regionale è di 9 sorgenti tutte ad uso acquedottistico (Tabella 10), con portata misurata rilevante.

Nome della sorgente	Codice stazione	Gestore	Quota piano campagna	Regime quantitativo	Comune	Località
Le Ghiare	MO-M01-00	HERA MO	1343,5	Perenne	Riolunato	Le Polle
I Volti	MO-M02-00	HERA MO	347,1	Perenne	Guiglia	Guiglia
Nadia	MO-M03-00	HERA MO	567,4	Perenne	Zocca	Rosola
Sambuco	MO-M04-00	HERA MO	594,1	Perenne	Pavullo	Sassoguidano
La Varanina	MO-M05-00	HERA MO	577	Perenne	Serramazzoni	Monte del Dottore Pescarola di sopra
Montebonello	MO-M06-00	HERA MO	692,6	Perenne	Castellarano	Montebonello
Fontana Magnano	MO-M07-00	HERA MO	1252	Perenne	Lama Mocogno	Monte Cantiere
Fontana Boria	MO-M08-00	HERA MO	1054,4	Perenne	Pievepelago	Alpesigola Lagaccione
Boldracca	MO-M09-01	HERA MO	1264,1	Perenne	Frassinoro	San Pellegrino Apicella delle Radici

Tabella 10 – Elenco delle sorgenti monitorate.

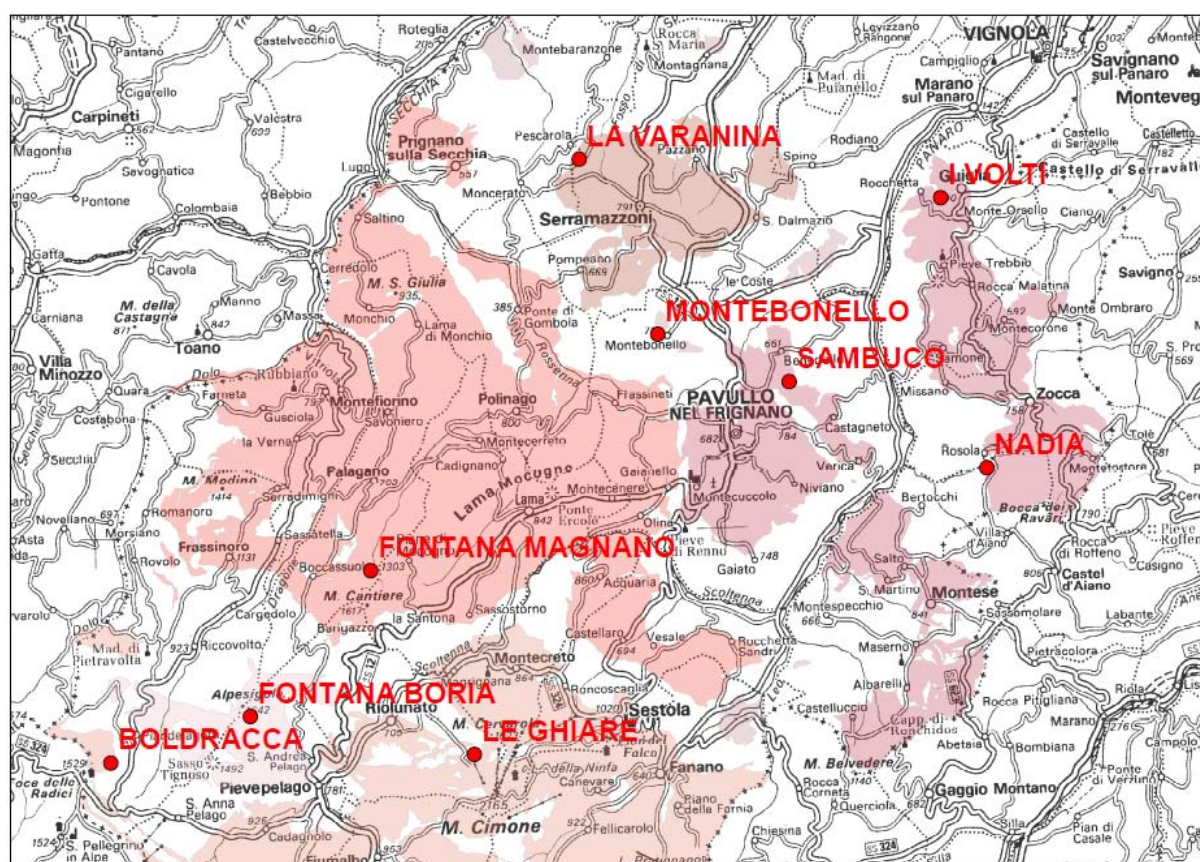


Figura 47 – Ubicazione cartografica delle sorgenti.

Il programma di monitoraggio prevede misure quantitative e qualitative delle acque a partire dal 2011 con frequenza semestrale nell'anno, da ripetersi ogni 3 anni, all'interno del primo ciclo di monitoraggio, che va dal 2010 al 2015.

Per i corpi idrici sotterranei montani della provincia di Modena il D.G.R. 350/2010 ha previsto un monitoraggio di sorveglianza, in quanto, ad oggi, non risulta esservi alcun corpo idrico a rischio di non raggiungere lo stato buono al 2015. Oltre al profilo analitico di base sono previsti altri profili analitici con parametri aggiuntivi: *fitofarmaci, organo-alogenati e microbiologici*.

Parametri di base (B)		
Temperatura	Potassio	Arsenico
pH	Sodio	Boro
Ossigeno disciolto	Solfati	Fluoruri
Durezza	Nitrati	Cromo
Conducibilità elettrica	Nitriti	Nichel
Bicarbonati	Ione ammonio	Piombo
Calcio	Ossidabilità (Kubel)	Rame
Cloruri	Ferro	Zinco
Magnesio	Manganese	Cadmio
Parametri aggiuntivi		
Fitofarmaci (F)		
Organo-alogenati (O)		
Microbiologici (M)		

Tabella 11 – Parametri monitorati per ciascun corpo idrico montano.

In base al D.Lgs. 30/2009, per ciascun corpo idrico montano sono state individuate 2 reti di monitoraggio:

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

Le sorgenti individuate in provincia di Modena appartengono ad entrambe le reti.

Il monitoraggio per la definizione dello stato quantitativo viene effettuato per fornire una stima affidabile delle risorse idriche disponibili e per valutarne la tendenza nel tempo, al fine di verificare se la variabilità della ricarica e il regime dei prelievi risultano sostenibili sul lungo periodo.

Durante le fasi del campionamento presso le sorgenti, oltre alla determinazione della portata (litri al secondo), è stata effettuata la misura della temperatura e il campionamento dell'acqua per la determinazione delle caratteristiche chimico-microbiologiche.

Dai risultati analitici effettuati, risulta che le acque prelevate nelle due campagne di monitoraggio realizzate nel 2011, presentano caratteristiche chimico-fisiche che rispecchiano le peculiarità degli acquiferi che alimentano le sorgenti stesse.

Ad oggi, il numero ancora molto limitato di dati non consente di effettuare considerazioni esaustive sullo stato idrochimico delle acque ed idrogeologico dell'acquifero, ai fini della gestione delle stesse acque e per la loro protezione da fenomeni di inquinamento e deterioramento della risorsa idrica. Probabilmente dai risultati che si otterranno con la prossima campagna di monitoraggio, prevista nel 2014, si procederà alla classificazione ambientale dei corpi idrici montani più esaustiva.

Anche per le sorgenti, come tutti i corpi idrici sotterranei, la normativa prevede la classificazione delle acque a due soli livelli, buono o scadente, mentre l'obiettivo normativo è il raggiungimento dello stato di buono entro dicembre 2015. La definizione dello stato chimico delle acque sotterranee, infatti, si basa sulla conformità agli standard di qualità delle acque sotterranee individuati a livello comunitario e nazionale (D.Lgs. n. 30/2009).

In linea di principio, a nessun corpo idrico sotterraneo è permesso di eccedere questi standard di qualità. Si riconosce tuttavia che il superamento di tali valori può essere causato da una pressione locale (ad esempio inquinamento da fonte puntuale), che non altera lo stato di tutto il corpo idrico sotterraneo in questione. Pertanto c'è la possibilità di investigare le aree per le quali i valori sono superati e decidere sulla classificazione dello stato chimico sulla base dei rischi effettivi per l'intero corpo idrico sotterraneo (ad esempio i rischi per la salute umana).

Caratterizzazione idrochimica delle sorgenti

Le acque di sorgente analizzate manifestano caratteristiche molto simili alle acque minerali naturali per quanto riguarda i parametri organolettici. La composizione chimica e la temperatura su ciascuna sorgente monitorata, non hanno subito variazioni significative nelle due campagne di monitoraggio (primaverile e tardo estiva).

Per quanto riguarda la **Temperatura** si rileva un'escursione termica molto contenuta, indice di un buon equilibrio dinamico dell'acquifero. Una particolare caratteristica delle sorgenti, infatti, è la loro *costanza termica*, in quanto la temperatura dell'acqua rimane pressoché uguale tutto l'anno. Essa dipende principalmente dalla profondità della falda che alimenta la sorgente e anche dalla quota di emergenza della sorgente stessa. La temperatura misurata su tutte le sorgenti, nell'anno 2011, è compresa tra un minimo di 5 ed un massimo di 12,3 °C.

La *composizione chimica* delle acque monitorate è abbastanza costante; essa dipende principalmente dalla composizione minerale dei vari strati geologici attraversati.

Anche la misura della **Conducibilità elettrica** evidenzia andamenti molto costanti per tutte le sorgenti. L'indice del contenuto salino delle acque risulta sempre inferiore a 800 µS/cm (per tre delle nove sorgenti è inferiore a 250 µS/cm), pertanto paragonabile a quello delle acque minerali commercializzate.

Il parametro **pH** risulta anch'esso stazionario su tutte le sorgenti monitorate.

Esiste al contrario una variabilità rilevante della **Durezza** delle sorgenti, che dipende dalla tipologia di acquifero a cui è riferita. Le sorgenti situate a quote superiori ai 1.000 metri di altitudine, presentano acque decisamente dolci (con valori di durezza che oscillano fra 5 e 14 °F), mentre quelle che sgorgano nella fascia collinare risultano essere medio-dure (durezza da 30 a 44 °F).

Le quantità di **Calcio** e **Magnesio**, che concorrono insieme a definire la Durezza dell'acqua, presentano una concentrazione che è in funzione della tipologia del terreno che l'acqua attraversa (più o meno calcareo); il parametro Calcio non supera i 155 mg/l, mentre il Magnesio raggiunge al massimo i 35 mg/l. Analogamente lo **ione bicarbonato**, anche nelle acque più dure, si attesta su valori inferiori ai 500 mg/l.

Le acque dei corpi idrici montani sono risultate povere di **Sodio**, in quanto le concentrazioni di questo ione risultano sempre inferiori a 15 mg/l; anche il contenuto di **Potassio** si attesta su valori inferiori ai 2,5 mg/l.

Le concentrazioni di **Solfati** e **Cloruri** sono risultate molto basse (valore medio su tutti campioni analizzati - 50mg/l per i Solfati, 10mg/l per i Cloruri).

I dati relativi ai **Nitrati** evidenziano nella totalità dei punti il rispetto del limite previsto per le acque sotterranee pari a 50 mg/l (coincidente con il limite delle acque potabili - D.Lgs. 31/01); in 6 delle 9 sorgenti monitorate il valore dei Nitrati è 10 volte inferiore al limite normativo, con concentrazioni che vanno da 1 a 5 mg/l.

La presenza di **Ferro** e **Manganese** nelle acque sorgentizie è spesso inferiore a 20 mg/l per il Ferro e a 5 mg/l per il Manganese.

In tutte le acque di sorgente monitorate sono state riscontrate concentrazioni dei "**metalli pesanti**" (Cadmio, Cromo, Piombo, Arsenico, Mercurio, Nichel, Selenio ecc.), ampiamente inferiori agli standard di qualità ambientale.

Si rileva una costanza delle concentrazioni di **Boro** nelle due campagne di monitoraggio, che, per la maggioranza delle sorgenti, si attesta su valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale di 50 µg/l.

Nessuna sostanza attiva dei **prodotti Fitosanitari** maggiormente impiegati in ambito agricolo nel territorio emiliano è stata rilevata nei campioni analizzati, in quanto tutti i valori misurati sono al di sotto del limite di rilevabilità strumentale; stessa osservazione vale per i **composti Organo-alogenati volatili** monitorati.

La **Portata**, cioè il volume di acqua che la sorgente fornisce nell'unità di tempo (misurata in litri al secondo) è soggetta a notevoli variazioni stagionali; bisognerà pertanto effettuare diverse misure in periodi stagionali significativi (anche per anni) per poterne definire uno stato quantitativo attendibile.

CONCLUSIONI

Nella presente relazione si è cercato di approfondire ulteriormente la conoscenza quali-quantitativa sulle acque sotterranee provinciali. L'analisi relativa alla presenza dei Nitrati conferma quanto sottolineato nei precedenti report, ossia un progressivo e costante avanzamento del fronte dell'isocona dei 50 mg/l, verso ovest nella conoide del fiume Secchia, sia in direzione dei campi acquiferi di Marzaglia che più a sud in direzione del campo acquifero di Magreta; un ulteriore lieve ampliamento delle aree a concentrazioni superiori al limite di potabilità, si rinviene nel territorio verso il confine bolognese tra Piumazzo e Crespellano. L'analisi su un arco temporale più ampio, dal 1994 al 2012, evidenzia l'incremento critico dei Nitrati verso l'area di media pianura, mostrando con indubbia chiarezza uno scadimento qualitativo durante questo periodo.

L'andamento crescente delle concentrazioni di Nitrati rinvenute nei campi acquiferi di Modena Sud e Cognento conferma e rafforza quanto precedentemente evidenziato. La situazione descritta suggerisce ancora l'urgenza di predisporre azioni che invertano il trend in crescita dei Nitrati nelle acque di falda.

La classificazione chimica delle acque sotterranee, evidenzia che il 67% dei punti di controllo risulta in stato di "*buono*"; si tratta principalmente di punti di controllo collocati in ambiti collinari e montani, di fondovalle e profondi di pianura alluvionale; i restanti pozzi, pari al 33% del totale, è classificato in stato chimico "*scarso*", contribuendo a mettere a rischio di non raggiungere gli obiettivi di qualità nazionali ed europei. I suddetti punti sono collocati principalmente nei corpi idrici di conoide alluvionale appenninica e freatici di pianura.

Anche per quanto riguarda gli aspetti quantitativi, la conoide del fiume Secchia ha presentato le maggiori criticità, evidenziando un vasto areale compreso tra i campi acquiferi più importanti della provincia. Solo il 13%, dei corpi idrici provinciali riconducibili alla conoide del Tiepido (corpi idrici confinato superiore e libero) è in stato quantitativo "*scarso*", ossia a rischio di non raggiungere gli obiettivi normativi.