Regione Emilia-Romagna

arpa
agenzia regionale prevenzione e ambiente dell'emilia-romagna

LE CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Report 2003

RegioneEmilia-Romagna

arpa
agenzia regionale prevenzione e ambiente dell'emilia-romagna

LE CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Report 2003

A cura di:
Adriano Fava
Marco Farina
Marco Marcaccio

Stampato da Grafiche Pioppi - Scandiano (RE)
Settembre 2005

Autori e collaboratori

A cura dell'**Eccellenza Ecosistemi Idrici Interni** di ARPA Emilia Romagna, presso il Servizio Sistemi Ambientali della Sezione provinciale di Reggio Emilia.
Responsabile del progetto: Dott. **Adriano Fava**
Responsabile scientifico: Dott. **Marco Farina**, (Consulente ARPA Emilia-Romagna)
Elaborazione dati, cartografie, grafica e testi: Dott. **Marco Farina**, Dott. **Marco Marcaccio**, ARPA Sezione provinciale di Bologna, Ing. **Andrea Chahoud**, ARPA Ingegneria Ambientale.

Coordinamento della Regione Emilia-Romagna, a cura di :
Dott. **Giuseppe Bortone**, responsabile del Servizio Tutela e Risanamento della Risorsa Acqua
Dott.ssa **Maria Calvaresi**, Dott. **Giorgio Frassineti**, Servizio Tutela e Risanamento della Risorsa Acqua e la collaborazione del Dott. **Dino Fontana**, ARPA Sezione provinciale di Bologna.

Si ringraziano per la collaborazione:

I referenti dei Servizi Sistemi Ambientali:

Dott.ssa Elisabetta Russo – Sezione provinciale di Piacenza;
Dott.ssa Barbara Dellantonio – Sezione provinciale di Parma;
Dott.ssa Silvia Franceschini – Sezione provinciale di Reggio Emilia;
Dott.ssa Loretta Venturi e Dott.ssa Anna Maria Manzieri – Sezione provinciale di Modena;
Dott. Mario Felicori – Sezione provinciale di Bologna;
Dott. Saverio Giaquinta – Sezione provinciale di Ravenna;
Dott.ssa Silvia Bignami – Sezione provinciale di Ferrara
Dott.ssa Anna Maria Casadei – Sezione provinciale di Forli'- Cesena
Dott. Gabriele Croatti – Sezione provinciale di Rimini.

I colleghi delle Sezioni provinciali ARPA dei Dipartimenti Tecnici per l'attività analitica e dei Servizi Territoriali per l'attività di campionamento;

Dott.ssa Maria Elena Manzini – Sezione provinciale di Reggio Emilia e Dott.ssa Samantha Arda – Sezione provinciale di Bologna per il supporto cartografico.

INDICE

INTRODUZIONE **9**

1. PREMESSA **9**

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO 10
2.1. Stratigrafia del margine appenninico e della Pianura Emiliano-Romagnola 10
2.2. I complessi idrogeologici 11
2.3. Il complesso idrogeologico delle conoidi alluvionali appenniniche 12
2.3.1. Le conoidi alluvionali appenniniche maggiori 12
2.3.2. Le conoidi alluvionali appenniniche intermedie 15
2.3.3. Le conoidi alluvionali appenniniche minori 17
2.3.4. Le conoidi alluvionali distali 18
2.4. Il complesso idrogeologico della piana alluvionale 19
2.4.1. Il complesso idrogeologico della pianura alluvionale appenninica 19
2.4.2. Il complesso idrogeologico della pianura alluvionale e deltizia padana 21
3. LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE 23
3.1. Corpi idrici sotterranei significativi 25
4. LA CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE 27
4.1. La classificazione qualitativa 27
4.2. La classificazione quantitativa 29
4.3. Lo stato ambientale 30
5. STRUTTURA DEL REPORT E METODOLOGIA UTILIZZATA 31

LE CARATTERISTICHE DELLE ACQUE SOTTERRANEE **33**

01. CONOIDE DEL TIDONE-LURETTA **33**
02. CONOIDE DEL TREBBIA-NURE **43**
03. CONOIDE DELL'ARDA **53**
04. CONOIDE DELLO STIRONE **63**
05. CONOIDE DEL TARO **73**
06. CONOIDE DEL PARMA-BAGANZA **83**
07. CONOIDE DELL'ENZA **93**
08. CONOIDE DEL CROSTOLO **103**
09. CONOIDE DEL SECCHIA-TIEPIDO **113**
10. CONOIDE DEL PANARO-SAMOGGIA **124**
11. CONOIDE DEL RENO-SAVENA **134**
12. CONOIDE DELL'IDICE **144**
13. CONOIDE DEL SILLARO-SANTERNO **152**
14. CONOIDE DEL SENIO-LAMONE **163**
15. CONOIDE DEL MONTONE-RONCO **172**
16. CONOIDE DEL SAVIO **181**
17. CONOIDE DEL MARECCHIA **190**
18. CONOIDE DEL CONCA **200**
19. PIANA ALLUVIONALE PIACENZA-PARMA **210**
20. PIANA ALLUVIONALE REGGIO EMILIA-MODENA **218**
21. PIANA ALLUVIONALE BOLOGNA-FERRARA **226**
22. PIANA ALLUVIONALE RAVENNA-FORLÍ-CESENA **234**

Riferimenti Bibliografici 242

"Gutta cavat lapidem", scrive il poeta latino Ovidio. In sostanza la goccia d'acqua che, appunto, scava la pietra, come metafora della forza del metodo e del tempo. Le acque, quelle sotterranee in particolare, si muovono lentamente e si ricaricano in un arco temporale molto lungo. Ecco perché la cultura della sostenibilità in questo campo esprime uno dei suoi esercizi più impegnativi: qui è stridente il contrasto tra una comune percezione del tempo, ove prevale la rapacità dell'oggi e dei bisogni più immediati, e le conseguenze delle nostre azioni sulle risorse naturali che matureranno domani, in un futuro che si misura in anni e decenni. Processi che a volte assumono il segno dell'irreversibilità. Le acque sotterranee rappresentano per certi versi il deposito della nostra memoria. E la cassaforte del nostro futuro: si pensi solo alla loro importanza strategica nei periodi di siccità.

Dobbiamo perciò essere in grado di mettere in campo strategie e politiche gestionali in grado di preservarle. Il dibattito si concentra spesso sulle tecnologie - la depurazione, la potabilizzazione, ecc. - ma si tratta di un approccio insufficiente, in quanto le acque sotterranee non possono essere risanate con facilità, anche dopo la rimozione delle fonti dell'inquinamento. Occorre un forte impegno per la prevenzione, l'incremento della capacità di ricarica delle falde e la loro protezione.

A tal fine la prima, indispensabile azione è la conoscenza delle caratteristiche dei corpi idrici ed il loro continuo monitoraggio, secondo criteri fissati dal Sesto programma di azione ambientale della Commissione dell'Unione Europea, che di recente ha elaborato una proposta di direttiva al Parlamento e al Consiglio Europeo sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.

In questo quadro si inserisce il lavoro che vi proponiamo: una lettura particolareggiata del territorio della nostra regione, suddiviso nei vari complessi idrogeologici. Le risultanze delle misure riferite agli anni più recenti (2002-2003) confrontati con gli anni precedenti costituiscono un importante approfondimento su cui far poggiare lo stesso Piano Regionale di Tutela delle Acque adottato dal Consiglio Regionale il 20 dicembre 2004. La suddivisione del territorio nelle conoidi e nei complessi della pianura alluvionale può fornire in particolare un contributo concreto alle amministrazioni locali ed agli studiosi del settore. L'inquadramento dell'acquifero regionale di dettaglio, aggiornato e coerente con i più recenti dettati legislativi, consente infatti un'analisi approfondita delle peculiarità e criticità locali.

Ciò che respiriamo, tocchiamo o vediamo ci rende maggiormente consapevoli dei rischi legati all'inquinamento. In realtà le acque che si muovono sotto i nostri piedi non sono da meno. Le acque sotterranee sono parte delle fondamenta su cui poggia la forza del nostro territorio e la sicurezza dell'ambiente. Difenderle dai processi di degrado è un dovere del presente per rispettare un diritto delle generazioni future.

Lino Zanichelli
Assessore all'Ambiente e Sviluppo Sostenibile
Regione Emilia-Romagna

INTRODUZIONE

1. PREMESSA

Il Decreto Legislativo 152/99, e successive integrazioni, che definisce la disciplina generale per la tutela delle acque, persegue gli obiettivi di prevenire e ridurre l'inquinamento, di risanare e migliorare lo stato delle acque, di proteggere le acque destinate agli usi particolari e di garantire gli usi sostenibili della risorsa.

Il Decreto prevede di adottare per i corpi idrici significativi sotterranei, tutte le misure atte a consentire di mantenere lo stato di qualità "elevato" dove esistente, e mantenere o raggiungere l'obiettivo di qualità ambientale "buono" entro il 2016.

Anche la normativa a livello europeo Water Framework Directive 2000/60/CE fornisce per la prima volta un dettagliato quadro di riferimento per la politica comunitaria in materia di protezione delle acque, da recepire da parte degli Stati membri, confermando lo scopo di operare una graduale riduzione dell'inquinamento delle acque sotterranee e impedirne l'aumento, prevedendo anche programmi di monitoraggio quantitativo e qualitativo.

Sulla traccia di quanto espresso dal Piano Regionale di Tutela delle Acque, in attuazione del sopracitato Decreto Legislativo, il documento propone una lettura particolareggiata del territorio, suddiviso nei vari complessi idrogeologici, e con l'ausilio delle risultanze delle misure riferite agli anni più recenti (2002-2003) e attraverso confronti con gli anni pregressi, intende rappresentare un prodotto di sintesi, correlato al Piano e orientato a ulteriori approfondimenti.

Per la redazione del documento si è quindi fatto riferimento sia alla classificazione dei corpi idrici sotterranei contenuti nel Piano Regionale di Tutela delle Acque, con il supporto di importanti indagini già effettuate dalla Regione sulla stratigrafia profonda dei corpi stessi, sia alla rete di monitoraggio delle acque sotterranee già esistente, che è stata recentemente ristrutturata sulla base delle esigenze derivanti dalla suddetta nuova classificazione.

L'articolazione del documento, effettuata attraverso la suddivisione del territorio regionale nelle conoidi e nei complessi della pianura alluvionale, ha lo scopo di fornire un contributo concreto alle amministrazioni locali ed agli studiosi, nell'approfondimento delle peculiarità e criticità locali, quali reti di monitoraggio provinciali per nitrati, fattori contaminanti, indagini geognostiche, ecc. a partire da un inquadramento dell'acquifero dettagliato, aggiornato e coerente con i più recenti dettati legislativi.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO[1]

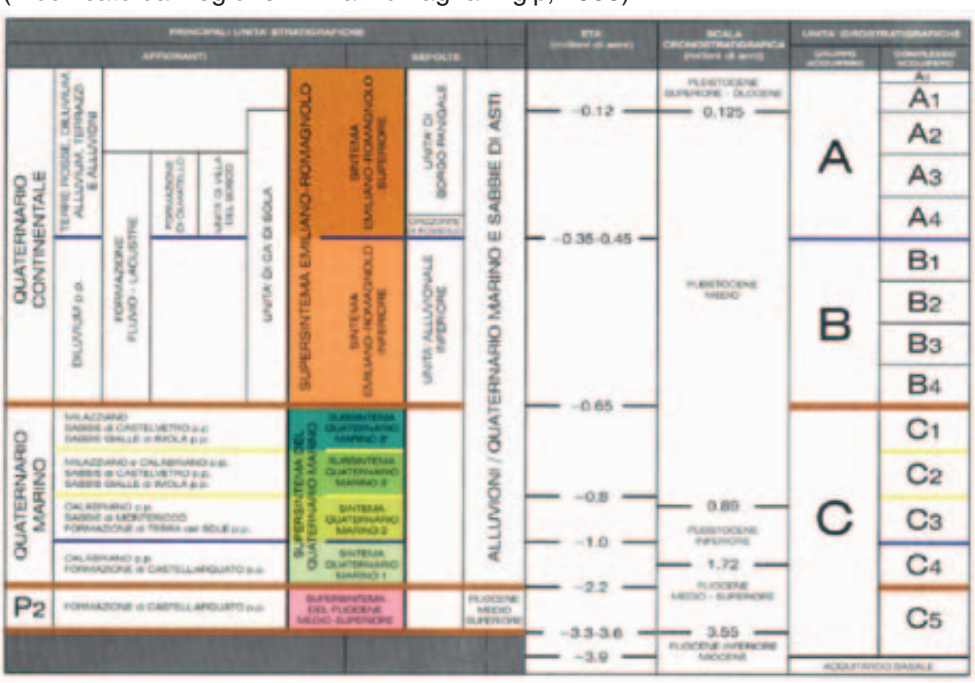
2.1. Stratigrafia del margine appenninico e della pianura emiliano-romagnola

Lo schema stratigrafico dei depositi quaternari del margine appenninico e della pianura emiliano-romagnola (Fig. 2.1) porta alla definizione di tre unità stratigrafiche, riconoscibili sia in superficie che nel sottosuolo, suddivisibili a loro volta in unità di rango minore.

Tralasciando le unità stratigrafiche di superficie, di minore importanza da un punto di vista idrogeologico, la principale suddivisione in verticale delle unità sepolte ha portato alla suddivisione dei terreni in tre unità principali, definite:

- gruppo acquifero A;
- gruppo acquifero B;
- gruppo acquifero C.

Figura 2.1: Schema stratigrafico del margine appenninico e della pianura emiliano–romagnola (modificato da Regione Emilia Romagna–Agip, 1998)



Sulla base delle conoscenze geologiche disponibili è stato possibile mappare a scala regionale alcuni sistemi deposizionali: si tratta dei sistemi deposizionali delle conoidi alluvionali appenniniche, della pianura alluvionale appenninica, della pianura alluvionale padana e della pianura costiera, con riferimento al gruppo acquifero A.

Gli studi idrogeologici condotti da Arpa nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque e successivamente nella elaborazione del presente volume, confermano a differenti scale la validità di tale suddivisione deposizionale, attribuendogli la connotazione di complessi idrogeologici.

1 Il presente capitolo è stato tratto da "PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA: ATTIVITÀ B - Approfondimenti relativi al modello concettuale dell'acquifero regionale: aspetti idrogeologici e idrodinamici per ambienti geomorfologici omogenei", 2003.

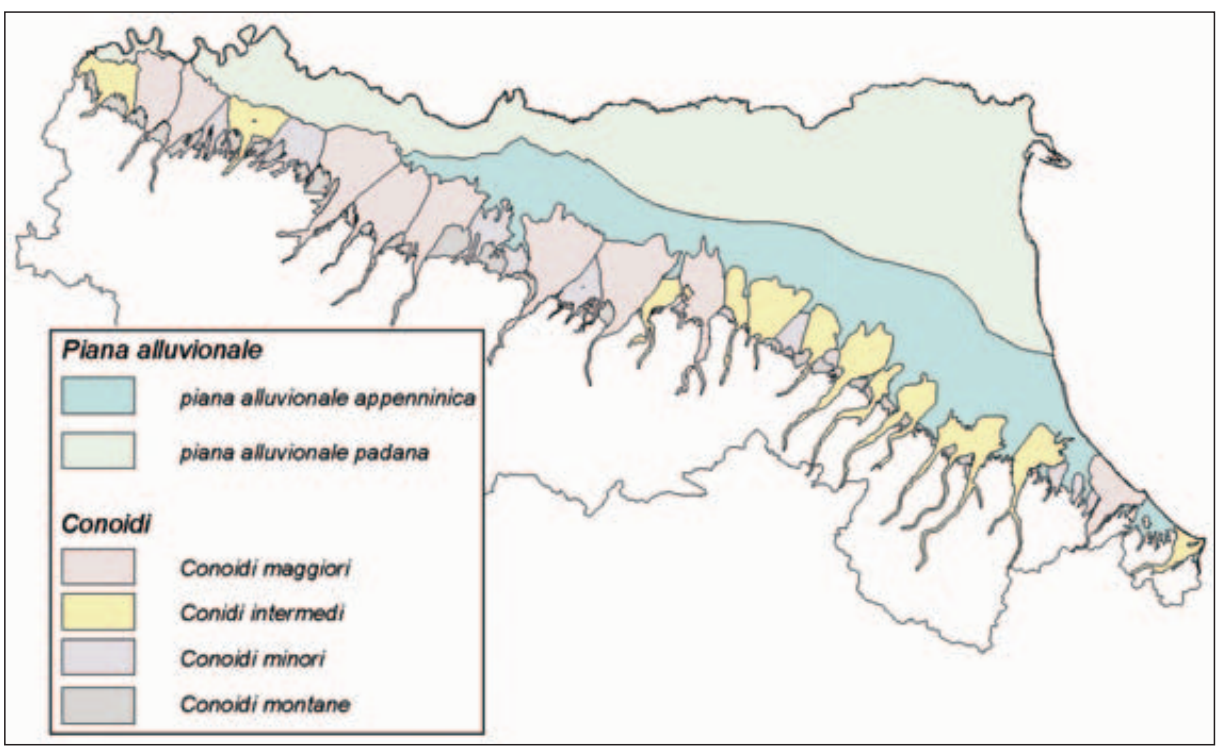
2.2. I complessi idrogeologici

I complessi idrogeologici sono definiti come corpi aventi litologie simili, una comprovata unità spaziale ed un grado di permeabilità che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto (Civita, 1973). Quelli compresi nel gruppo acquifero A costituiscono il luogo dove si concentrano i prelievi idrici nella pianura emiliano-romagnola e sono riconducibili a:

- conoidi alluvionali appenniniche;
- pianura alluvionale appenninica;
- pianura alluvionale padana.

In figura 2.2 viene riportata la distribuzione in pianta di queste unità e vengono rappresentate anche alcune suddivisioni interne delle conoidi alluvionali appenniniche, come verrà di seguito illustrato.

Figura 2.2: Distribuzione dei complessi idrogeologici all'interno del gruppo acquifero A



2.3. Il complesso idrogeologico delle conoidi alluvionali appenniniche

Si definisce conoide alluvionale la zona dove i depositi grossolani (ghiaie e sabbie) di canale fluviale sono amalgamati tra loro a formare dei corpi tabulari coalescenti.

Le conoidi si possono differenziare sulla base del volume dei depositi grossolani in esse presenti suddividendole in: conoidi maggiori, conoidi intermedie, e conoidi minori.

Una ulteriore suddivisione permette di distinguere dalle precedenti le conoidi pedemontane, che corrispondono ai depositi di conoide coinvolti nel sollevamento strutturale della catena appenninica, presenti lungo il margine pedeappenninico e interessati da evidenti fenomeni di terrazzamento. Non sono soggette a ulteriore disanima idrogeologica nel presente report in quanto la frammentarietà non ne permette, a tale scala, una descrizione idrogeologica completa.

Un'ultima distinzione corrisponde alle conoidi distali, la cui distribuzione costituisce la fascia di transizione tra l'unità delle conoidi appenniniche e l'antistante unità della pianura alluvionale appenninica o padana. Le conoidi distali verranno descritte nel presente report contestualmente alla conoide di appartenenza. Il complesso idrogeologico delle conoidi alluvionali appenniniche viene pertanto ad essere suddiviso in ulteriori elementi che comprendono:

- le conoidi maggiori, in numero di 8;
- le conoidi intermedie, in numero di 12;
- le conoidi minori;
- le conoidi distali;
- le conoidi pedemontane.

2.3.1. Le conoidi alluvionali appenniniche maggiori

Le conoidi maggiori sono rappresentate dalle conoidi alluvionali dei fiumi: Trebbia – Nure, Taro, Parma – Baganza, Enza, Secchia, Panaro, Reno e Marecchia.

Caratteristiche geologiche

Le conoidi appenniniche sono costituite da numerose alternanze di depositi grossolani e fini di spessore variabile che raggiungono anche diverse decine di metri, con una organizzazione interna ben riconosciuta che si può riassumere come segue:

- acquitardo basale - la porzione basale è costituita da alcuni metri di limi più o meno argillosi. I depositi fini basali sono caratterizzati da una grande continuità laterale;

- alternanza di depositi fini e grossolani - la porzione intermedia è composta da depositi fini dominati da limi alternati a sabbie e/o argille e comprendenti ghiaie, sia sotto forma di corpi isolati, sia sotto forma di corpi tabulari. Tale porzione è spessa alcune decine di metri;
- corpi tabulari grossolani - la porzione superiore di ogni alternanza è costituita da sedimenti ghiaiosi, amalgamati tra loro sia orizzontalmente che verticalmente, ed organizzati in potenti corpi tabulari. Lo spessore di questi depositi varia da circa 5 m fino ad alcune decine di metri e la loro continuità laterale può arrivare a 20–30 chilometri.

Nelle porzioni prossimali si formano corpi di ghiaie amalgamati tra loro senza soluzione di continuità, data l'assenza di acquitardi basali: pertanto i depositi ghiaiosi possono occupare ampie parti della superficie topografica e nella terza dimensione raggiungere spessori anche di molte decine di metri. Questi corpi di ghiaie amalgamati ed i lobi di conoide descritti in precedenza, sono sede dei principali acquiferi presenti in regione.

All'interno delle valli appenniniche, a monte delle zone di amalgamazione, diminuisce bruscamente il volume delle ghiaie; le sole ghiaie presenti hanno spessori di pochi metri e costituiscono i depositi di terrazzo alluvionale.

Il flusso idrico sotterraneo

Le zone apicali delle conoidi, dove per decine di metri sono presenti corpi ghiaiosi amalgamati, sono sede di un acquifero detto monostrato in condizioni di falda libera, caratterizzato da frequenti ed elevati scambi idrici falda–fiume, in cui il fiume rappresenta la fonte di alimentazione delle falde.

La circolazione idrica è elevata, come testimoniato dall'età delle acque che si deduce dall'analisi isotopica (Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna: Attività B, 2003). In questo settore avviene la ricarica diretta delle falde dalle infiltrazioni efficaci, per dispersione dagli alvei principali e secondari; sono presenti flussi laterali provenienti dai settori delle conoidi minori e di conoide pedemontana. La circolazione si sviluppa all'interno dei corpi grossolani di conoide, isolati tra loro dai principali acquitardi, che costituiscono buone barriere di permeabilità.

Procedendo verso valle i sedimenti fini si interpongono e separano tra loro i corpi ghiaiosi di conoide mentre in superficie seppelliscono le ghiaie più superficiali. Si costituisce pertanto un sistema acquifero detto multifalda, progressivamente compartimentato, caratterizzato da falda confinata e in alcune zone da falda libera, queste ultime collocate nelle porzioni di acquifero più superficiale. Lo scambio falda-fiume viene a limitarsi alle porzioni più superficiali, con alimentazione dal fiume alle falde.

I livelli piezometrici tra lobi di conoide sovrapposti possono essere diversi tra loro anche di alcune decine di metri, come ad esempio nella conoide del Reno. Fenomeni di drenanza possono avvenire tra diverse parti dell'acquifero, in particolare in presenza di forti prelievi e in relazione a forti differenze di piezometria tra le diverse falde. I movimenti verticali tra falde si sviluppano in particolare nei settori caratterizzati da litologie limoso-sabbiose o nelle porzioni più prossimali, dove gli acquitardi hanno una minore continuità laterale.

Sono stati rilevati gradienti idraulici delle falde pari al 7-12 per mille nelle zone apicali e intermedie delle conoidi, mentre valori pari a 2-3 per mille si rilevano per le zone intermedie e distali.

Occorre infine considerare che la pressione antropica sui sistemi naturali descritti può portare ad una modifica non trascurabile di quanto sopra descritto, ovvero:

- la continuità laterale degli acquitardi può essere indebolita o interrotta dal grande numero di pozzi presenti nelle conoidi, i quali possono indurre un flusso idrico attraverso gli acquitardi stessi;

- la presenza di prelievi di vasta entità può causare modifiche anche rilevanti del quadro piezometrico, con richiamo verso i pozzi di masse idriche e linee di flusso concentriche dal raggio di diversi chilometri.

Caratteristiche qualitative delle acque sotterranee

Le unità in oggetto presentano le migliori caratteristiche in termini qualitativi delle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna, tanto da poterle e doverle considerare attualmente risorse insostituibili di acqua ad usi civili.

Le caratteristiche peculiari delle stato chimico variano da conoide a conoide, a seconda delle pressioni antropiche che vi insistono e del tipo di alimentazione naturale. A titolo di esempio la presenza di solfati nella conoide del Secchia risulta dovuta ad alimentazione naturale da acque superficiali cariche di ioni SO_4, che differenziano in modo marcato tale unità dalle circostanti.

I caratteri salienti possono comunque essere riconducibili ai seguenti casi:

- presenza di nitrati con valori generalmente in crescita dalle posizioni apicali a quelle intermedie dei conoidi, solo in alcuni casi la crescita avviene dalle porzioni assiali a quelle laterali;
- assenza o comunque sporadica presenza di ferro, manganese, o di altri metalli di origine naturale;
- presenza di composti organici contaminanti, quali in particolare composti organoalogenati;
- presenza occasionale di pesticidi, in particolare nelle aree occidentali dell'Emilia-Romagna, anche se sempre in misura inferiore ai limiti di qualità ambientale.

Si osserva inoltre, a seguito del rapporto alimentante da fiume a falda, una tendenziale diminuzione di alcuni parametri lungo i corsi d'acqua principali, che apportano acque a minor contenuto in cloruri, alcalinità, conducibilità e nitrati. Tale influenza, tanto più visibile quanto più presente una situazione di parziale contaminazione, dovuta ad esempio a nitrati, è un elemento che attenua per diluizione gli effetti dei carichi antropici nelle acque sotterranee e assicura un sostanziale mantenimento della qualità delle acque in tali unità idrogeologiche.

Nel caso invece in cui si verificano elevati prelievi, i coni di depressione comportano un potenziale richiamo di acque più superficiali o laterali anche contaminate; in alcuni casi si verifica una parziale coalescenza di pennacchi di contaminazione. Quando infine si verifica una parziale compartimentazione tra corpi idrici sovrapposti, oltre a una differenziazione piezometrica si verifica generalmente una differenziazione idrochimica delle diverse falde: la contaminazione generalmente decresce con la profondità come pure la variabilità delle caratteristiche chimiche nel tempo diminuisce passando da corpi superficiali a corpi più profondi.

Per quanto attiene la contaminazione da composti organoalogenati, dovuta a fattori di pressione antropica in contesti urbani o industriali, avviene sia in zone prossimali di conoide (Secchia, Panaro e Reno) che in zone distali (Trebbia - Nure).

Utilizzo della risorsa idrica ad uso civile

Per quanto attiene l'utilizzo della risorsa, non c'è dubbio che in tali unità risiedono le principali risorse idriche ad uso potabile dell'Emilia-Romagna. L'ammontare delle risorse idriche sollevate a fini potabili corrisponde indicativamente a oltre 220 milioni di m^3 l'anno, pari al 75% delle intere risorse idriche sollevate ad uso civile.

La dislocazione dei prelievi avviene sia in posizioni apicali, dove come si è detto prevale un contesto geologico e idrogeologico con acquifero monostrato, sia in posizioni intermedie in contesto di acquifero multifalda. A seconda dell'età dei manufatti di prelievo, la posizione dei filtri è stata localizzata in acquiferi via via più profondi, isolando le falde più superficiali – parzialmente contaminate – e generando in alcuni casi fenomeni di marcata drenanza.

2.3.2. Le conoidi alluvionali appenniniche intermedie

Sulla base delle caratteristiche sopra indicate è possibile definire come conoidi intermedie le conoidi alluvionali dei fiumi Tidone, Arda, Samoggia, Savena, Idice, Sillaro, Santerno, Senio, Lamone, Montone - Ronco, Savio e Conca.

Caratteristiche geologiche

Dal punto di vista geologico l'intera struttura corrisponde a quella osservata per le conoidi maggiori, tenendo però conto di una riduzione delle dimensioni e di alcune modifiche:

- un minore spessore e una minore continuità laterale dei corpi grossolani, decrescenti in modo più rapido a favore di un analogo aumento dei corpi fini;
- una minore presenza di depositi ghiaiosi tabulari, localizzati quasi esclusivamente nelle parti sommitali della ciclicità indicata;
- una zona di amalgamazione delle ghiaie generalmente poco potente e meno estesa rispetto ai conoidi maggiori.

Il flusso idrico sotterraneo

I caratteri del flusso nelle conoidi intermedie ricalcano per gli aspetti principali quanto descritto al paragrafo precedente. Diminuisce la zona caratterizzata da acquifero monostrato e falda libera, mentre sussistono prevalenti condizioni di acquifero compartimentato in condizioni di falda confinata.

La minore portata dei corsi d'acqua induce un minore scambio tra fiume e falda. La circolazione idrica può essere definita come mediamente elevata. Per quanto attiene i gradienti idraulici, si osservano valori simili a quanto indicato per le conoidi maggiori.

Caratteristiche qualitative delle acque sotterranee

Anche le conoidi intermedie presentano acque con caratteristiche qualitative complessivamente buone, ma nonostante siano meno pregiate rispetto alle conoidi maggiori si possono attualmente considerare risorse da tutelare e destinare ad usi assimilabili a quelli pregiati. Anche in questo caso le caratteristiche dello stato chimico variano da conoide a conoide, ma si osservano complessivamente i seguenti caratteri salienti:

- presenza di nitrati con valori generalmente elevati, già nelle posizioni prossimali;
- ridotta presenza di ferro e manganese, di origine naturale, e concomitante presenza di ione ammonio;
- presenza di composti organoalogenati come, ad esempio, nelle conoidi dell'Idice e del Santerno.

Fenomeni di diluizione da parte di acque superficiali, pur presenti, non sono osservabili se non ad una scala di dettaglio, date le minori dimensioni dei corsi d'acqua alimentanti.

Si osserva complessivamente una differenziazione idrochimica delle diverse falde, con una contaminazione generalmente decrescente con la profondità. Inoltre da condizioni ossidanti nelle porzioni superficiali, si passa a condizioni riducenti a maggior presenza di ferro e manganese con le porzioni più profonde del sistema acquifero.

Per quanto attiene la contaminazione da nitrati, le conoidi intermedie rappresentano oggetto di forti preoccupazioni ambientali: il trend è in tendenziale aumento con superamento del limite di 50 mg/l in diversi punti di controllo della rete di monitoraggio regionale. Si osserva anche in questo caso una riduzione del contenuto in nitrati nel gruppo acquifero B che è più profondo, anche se le condizioni riducenti prima citate mostrano in alcuni casi la presenza di ione ammonio. Le preoccupazioni ambientali sono da rimarcare in quanto si verifica in alcuni casi una migrazione di risorse idriche ad alto carico nitrico verso le limitrofe conoidi maggiori.

Per quanto attiene la presenza di organoalogenati, si osservano alcuni siti ampiamente interessati da contaminazione in atto, anche se occorre definire tali eventi come puntuali e non estendibili all'intero sistema.

Utilizzo della risorsa idrica ad uso civile

Anche se in misura meno pronunciata rispetto alle conoidi maggiori, in tali unità risiedono significative risorse idriche sfruttate ad uso potabile. L'ammontare delle risorse idriche sollevate a fini potabili corrisponde indicativamente a oltre 30 milioni di metri cubi di acqua l'anno, pari al 10-11% del sollevato potabile complessivo dell'intera regione.

2.3.3. Le conoidi alluvionali appenniniche minori

Sulla base delle caratteristiche sopra indicate è possibile anche in questo caso definire come conoidi minori le conoidi alluvionali di tutti i restanti corsi d'acqua in cui sia presente una sedimentazione ghiaiosa.

Caratteristiche geologiche

L'intera struttura geologica è caratterizzata dalla presenza di ripetute alternanze di depositi grossolani e fini di spessore pluridecametrico. Alcuni elementi si differiscono in modo rilevante rispetto alle precedenti conoidi alluvionali, maggiori e intermedie, in particolare:

- lo spessore e la continuità laterale dei corpi grossolani decresce in modo sostanziale a favore di un analogo aumento dei depositi fini, che occupano la gran parte delle successioni;
- in senso verticale, i depositi ghiaiosi sono presenti quasi esclusivamente nelle parti sommitali delle alternanze, dando luogo a depositi tabulari poco estesi;
- la zona di amalgamazione delle ghiaie è sostanzialmente assente così come la presenza di ghiaie affioranti sulla superficie.

Il flusso idrico sotterraneo

La sostanziale assenza delle aree di amalgamazione delle ghiaie, sommata ad una limitata portata dei corsi d'acqua, induce un limitato scambio idrico tra fiume e falda. Conseguentemente la ricarica avviene su ambiti limitati e principalmente per infiltrazione dalla superficie topografica. La scarsa presenza complessiva di depositi grossolani comporta una debole circolazione idrica. In relazione a queste caratteristiche geologiche, l'intera unità si presenta compartimentata e caratterizzata quasi esclusivamente da condizioni di falda in pressione.

Anche in questo caso si osservano gradienti pari a circa l'8-12 per mille nella parte superiore delle conoidi e valori pari al 2-5 per mille nelle parti distali.

Caratteristiche qualitative delle acque sotterranee

In relazione alle ridotte dimensioni e al ridotto numero dei punti di controllo della rete regionale di monitoraggio, non si dispone di caratterizzazioni dettagliate di tali corpi, se non per alcuni elementi generali:

- i composti azotati sono generalmente elevati;
- le concentrazioni di ferro, manganese e ione ammonio risultano ridotte ma si riscontrano non di rado valori significativi, tali da caratterizzarli parzialmente come *"corpi acquiferi di stato particolare"* ovvero quello stato determinato da condizioni naturali.

Utilizzo della risorsa idrica ad uso civile

Si osserva complessivamente una ridotta attività di prelievo civile dalle conoidi alluvionali appenniniche minori: il volume prelevato è poco significativo in termini complessivi pari a circa il 4% del sollevato complessivo, anche se si riscontrano alcune situazioni localizzate in grado di soddisfare i bisogni locali.

2.3.4. Le conoidi alluvionali distali

Questi depositi costituiscono la fascia di transizione tra i depositi di conoide alluvionale e l'antistante porzione di piana alluvionale appenninica o padana.

Caratteristiche geologiche

L'intera struttura geologica è caratterizzata dalla presenza di ripetute alternanze di depositi grossolani e fini. Poiché i materiali grossolani sono connessi ai depositi ghiaiosi delle conoidi, le principali caratteristiche transizionali sono riassumibili come segue:

- lo spessore e la continuità laterale dei corpi grossolani decresce in modo sostanziale a favore di un analogo aumento dei depositi fini;
- la granulometria dei depositi grossolani cala progressivamente da ghiaie-sabbiose fino a sabbie ghiaiose e sabbie;
- i depositi grossolani, presenti quasi esclusivamente nelle parti sommitali delle alternanze, corrispondono a corpi isolati ad andamento nastriforme; più raramente danno luogo a depositi tabulari estesi.

Il flusso idrico sotterraneo

Questi settori si caratterizzano per la presenza di un acquifero fortemente compartimentato in cui sono assenti le condizioni di falda libera, gli scambi da fiume a falda e gli scambi tra le diverse falde. La circolazione idrica si riduce marcatamente e i massimi gradienti idraulici raggiungono il 2–3 per mille.

Nella porzione più superficiale è presente un acquifero libero non connesso con gli acquiferi sottostanti, e tale acquifero è costituito prevalentemente da depositi sabbiosi.

Caratteristiche qualitative delle acque sotterranee

Le conoidi distali presentano situazioni assai interessanti per le caratteristiche chimiche delle acque in esse contenute. La transizione tra elevata e ridotta circolazione idrica da luogo a una generale diminuzione di azoto nitrico senza riscontrare contestualmente azoto ammoniacale. In generale si osservano le seguenti tendenze:

- le concentrazioni dei nitrati sono generalmente basse;
- la presenza di ferro e/o manganese è rilevante, superando ampiamente i valori di stato chimico particolare;
- i valori di azoto ammoniacale variano da presenze nulle o irrilevanti caratteristiche delle conoidi alluvionali maggiori, a presenze significative prossime a 2 mg/l nelle conoidi di dimensione minore;
- per quanto attiene la presenza di altri contaminanti di origine naturale, si segnala la presenza di arsenico, generalmente compreso tra 1 e 10 microg/l;
- i composti organici contaminanti, se presenti, sono prossimi al limite di rilevabilità, ciò è dovuto alla scarsa vulnerabilità idrogeologica di tali aree.

L'insieme di depositi grossolani ma con scarsa circolazione idrica sotterranea e presenza di contaminanti naturali risulta essere la caratteristica principale di tali settori di conoide appenninica. Sono comunque osservabili caratteristiche miste di contaminazione naturale e di contaminazione antropica.

Utilizzo della risorsa idrica ad uso civile

Si segnala la presenza di prelievi acquedottistici significativi, caratterizzati da scarso valore di nitrati, per una volumetria pari a oltre 25 milioni di m^3, pari a circa il 10% del sollevato complessivo ad uso potabile nell'intera regione.

2.4. Il complesso idrogeologico della piana alluvionale

I complessi idrogeologici di piana alluvionale vengono suddivisi in riferimento alla litologia prevalente, alle condizioni di flusso e di contenuto idrochimico. In particolare la provenienza dei depositi alluvionali da Appennino o da Po permette di suddividere il complesso idrogeologico nei seguenti due complessi di pianura alluvionale:

- Pianura alluvionale appenninica;
- Pianura alluvionale e deltizia padana.

2.4.1. Il complesso idrogeologico della pianura alluvionale appenninica

La struttura geologica della pianura alluvionale appenninica è caratterizzata dall'assenza di ghiaie e dominanza di depositi fini. Questo complesso si estende, indifferenziato al suo interno, a partire dalla pianura reggiana fino al limite orientale interponendosi tra i depositi grossolani delle conoidi appenniniche a sud ed i depositi padani a nord.

Come si può vedere nella figura 2.2, nel settore romagnolo della pianura tale unità a volte si viene trovare a diretto contatto con il margine appenninico, interessando in questi casi zone comprese tra diverse conoidi alluvionali, costituendo l'interconoide tra due singole conoidi.

Caratteristiche geologiche

Anche all'interno di questa unità sono riconoscibili alternanze cicliche ripetute più volte sulla verticale, generalmente organizzate al loro interno nel modo seguente:

- porzione inferiore - è costituita da limi argillosi di spessore decametrico e continui lateralmente per diversi chilometri;
- porzione intermedia - è costituita da depositi fini dominati da limi alternati a sabbie e/o argille in cui sono frequentemente presenti livelli argillosi;
- porzione superiore - è costituita da sabbie medie e grossolane, di spessore di alcuni metri, la loro continuità laterale è dell'ordine di qualche chilometro. Qui si concentra la maggior parte delle sabbie presenti in questi settori di pianura, che costituendone pertanto gli unici acquiferi sfruttabili.

Il flusso idrico sotterraneo

Il complesso idrogeologico della piana alluvionale appenninica si configura come un contenitore assai scadente in termini quantitativi. All'interno dei pochi corpi grossolani presenti la circolazione idrica è decisamente ridotta ed avviene in modo prevalentemente compartimentato. Non sono presenti fenomeni di ricarica né scambi tra le diverse falde o tra fiume e falda. Le acque presenti sono acque connate il cui ricambio è reso problematico dalla bassa permeabilità complessiva e dalla notevole distanza dalle aree di ricarica localizzate nel margine appenninico.

Le falde sono tutte in condizioni confinate, in alcuni casi sono documentate falde salienti con livelli piezometrici superiori al piano campagna. Le piezometrie tra le diverse falde possono variare anche di alcuni metri, ciò tuttavia non induce fenomeni di drenanza tra le diverse falde, data la preponderante presenza di depositi fini.

Dato che i depositi fluviali grossolani tendono a chiudersi passando sia lateralmente che sottocorrente a sedimenti più fini, poco permeabili, la velocità dei flussi nelle zone più distali può essere anche irrisoria, specie se in assenza di prelievi. Pertanto i gradienti idraulici sono pari a 1-3 per mille.

Caratteristiche qualitative delle acque sotterranee

Anche per l'aspetto qualitativo questo complesso idrogeologico si caratterizza con un livello assai scadente, sono infatti molti i parametri di origine naturale che si riscontrano in tale ambito:

- l'arsenico è presente in ampie zone con valori superiori a 20 microg/l;
- l'azoto ammoniacale si presenta con valori elevati, superiori a 2 mg/l, tranne poche eccezioni;
- il ferro, il boro, il fluoro e lo zinco presentano valori consistenti;
- il manganese rappresenta per i metalli una eccezione in quanto i valori risultano contenuti, minori di 100 microg/l, in una fascia ampiamente coincidente con tale complesso idrogeologico;
- i nitrati sono assenti e i composti clorurati non sono riscontrabili.

Le acque contenute sono definibili come acque con stato chimico particolare, dove non si riscontrano necessità di avviare politiche di risanamento delle acque.

Utilizzo della risorsa idrica ad uso civile

Da quanto detto sopra ne consegue che l'utilizzo di tali risorse idriche per usi civili è assai raro in tali aree, anche se l'utilizzo di ridotti quantitativi di acqua risultava frequente in passato, soprattutto nel ravennate, prima della costruzione dell'invaso di Ridracoli, mentre è attualmente residuale in centri minori.

2.4.2. Il complesso idrogeologico della pianura alluvionale e deltizia padana

I depositi di pianura alluvionale padana si sviluppano nel settore centrale della pianura e seguono l'andamento est-ovest dell'attuale corso del Fiume Po. Verso est fanno transizione ai sistemi del delta padano che a loro volta si estendono fino al settore della piana costiera adriatica.

La distinzione dei sistemi padani rispetto a quelli appenninici si basa sul fatto che i corpi sabbiosi di origine padana sono molto più abbondanti e più spessi di quelli appenninici ed hanno una maggiore continuità laterale, a scala delle decine di chilometri.

I depositi di pianura alluvionale padana sono ben individuabili nel settore piacentino e parmense dove sono limitati verso sud dai depositi ghiaiosi delle conoidi alluvionali dei fiumi appenninici. In questo settore i depositi padani più grossolani sono costituiti da sabbie ghiaiose. Verso est, a partire dal settore reggiano fino alla pianura costiera, i depositi fluviali e deltizi padani sono costituiti quasi esclusivamente da sabbie grossolane e medie.

Caratteristiche geologiche

All'interno di questa unità sono riconoscibili alternanze cicliche lungo la verticale, organizzate al loro interno nel modo seguente:

- la base - spessa mediamente una decina di metri è costituita da limi-argillosi, a cui sono associati nelle zone più orientali della regione depositi lagunari e costieri;
- la porzione intermedia - di spessore decametrico con continuità laterale di decine di chilometri è composta da depositi limoso-sabbiosi spesso alternati a depositi sabbiosi;
- la parte sommitale - di spessore decametrico con continuità laterale di decine di chilometri è caratterizzata dalla presenza di depositi sabbiosi.

Localmente, in particolare nelle zone di alto strutturale interne al bacino, lo spessore di depositi grossolani può arrivare a costituire la quasi totalità dello spessore dell'unità.

Il flusso idrico sotterraneo

Nonostante complessivamente vi sia una elevata percentuale di depositi sabbioso-grossolani, la circolazione idrica all'interno di questi depositi è complessivamente ridotta. Gli scambi fiume-falda sono possibili solamente con gli acquiferi meno profondi (A1), mentre nei sottostanti il flusso avviene in modo francamente compartimentato in condizioni quindi confinate.

I valori medi di gradiente idraulico sono quindi pari a circa lo 0.2–0.3 per mille.

Caratteristiche qualitative delle acque sotterranee

Il complesso idrogeologico della piana alluvionale padana si mostra come un contenitore idrico di acqua a qualità non idonea dal punto di vista qualitativo all'uso potabile, con progressivo peggioramento dalle parti occidentali verso le parti orientali della piana padana.

Sono molti i parametri di origine naturale che si riscontrano in tale ambito:

- ferro, manganese, boro, fluoro e azoto ammoniacale presentano valori molto elevati;
- l'arsenico è presente in quantità non elevate, inferiori a 10 microg/l, e spesso non è rilevabile;

Non sono invece assenti inquinanti di tipo antropico, con particolare riferimento a composti organici anche nelle porzioni orientali.

Le acque contenute sono quindi definibili come stato chimico particolare, anche se localmente può verificarsi una qualità scadente. Nelle parti più prossime al Po, lo stretto rapporto di alimentazione da fiume a falda fornisce una consistente diluizione delle acque per alcuni parametri quali azoto ammoniacale, boro e fluoro. Ciò viene ulteriormente amplificato in prossimità della città di Ferrara dove è cospicua l'attività di prelievo.

Un ulteriore elemento di scadimento della qualità degli acquiferi padani è legato ai flussi di acque salate o salmastre di origine naturale provenienti dal substrato dell'acquifero attraverso faglie e fratture. Ciò avviene nelle zone di culminazione degli alti strutturali interni al bacino padano, permettendo la risalita di acque ricche in cloruri e solfati sino a poche decine di metri dal piano campagna. In questo contesto la pressione antropica in termini di eccessivo prelievo può accentuare il normale processo di scadimento della qualità delle acque.

Utilizzo della risorsa idrica ad uso civile

L'utilizzo principale della risorsa a fini potabili è connesso a prelievi civili nella parte piacentino–reggiana, mentre per il ferrarese i prelievi civili sono connessi, come detto sopra, alla fascia lungo l'alveo del Po. I prelievi ad uso civile ammontano a circa 30 milioni di m^3 l'anno.

3. La rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee

La progettazione della Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee è avvenuta nel 1976 nell'ambito della predisposizione del Progetto di Piano per la salvaguardia e l'utilizzo ottimale delle risorse idriche (Regione Emilia-Romagna & Idroser, 1978), limitatamente al controllo della piezometria e della conducibilità elettrica specifica con una frequenza stagionale.

Negli anni 1987-88 sono state estese le indagini alla componente qualitativa, venendo così a realizzarsi una prima rete di controllo "quali-quantitativo", dove i rilievi piezometrici ed i campionamenti dei parametri fisico-chimici e microbiologici vengono condotti da Arpa con la frequenza semestrale.

La rete di controllo è stata recentemente sottoposta ad un processo di revisione/ottimizzazione il cui principale obiettivo era quello di essere funzionale alla classificazione delle acque sotterranee in base a quanto contenuto nel D.Lgs. 152/99 e s.m.i.. Con la Delibera di Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna numero 2135 del 2/11/2004 è stata approvata la nuova rete di monitoraggio delle acque sotterranee.

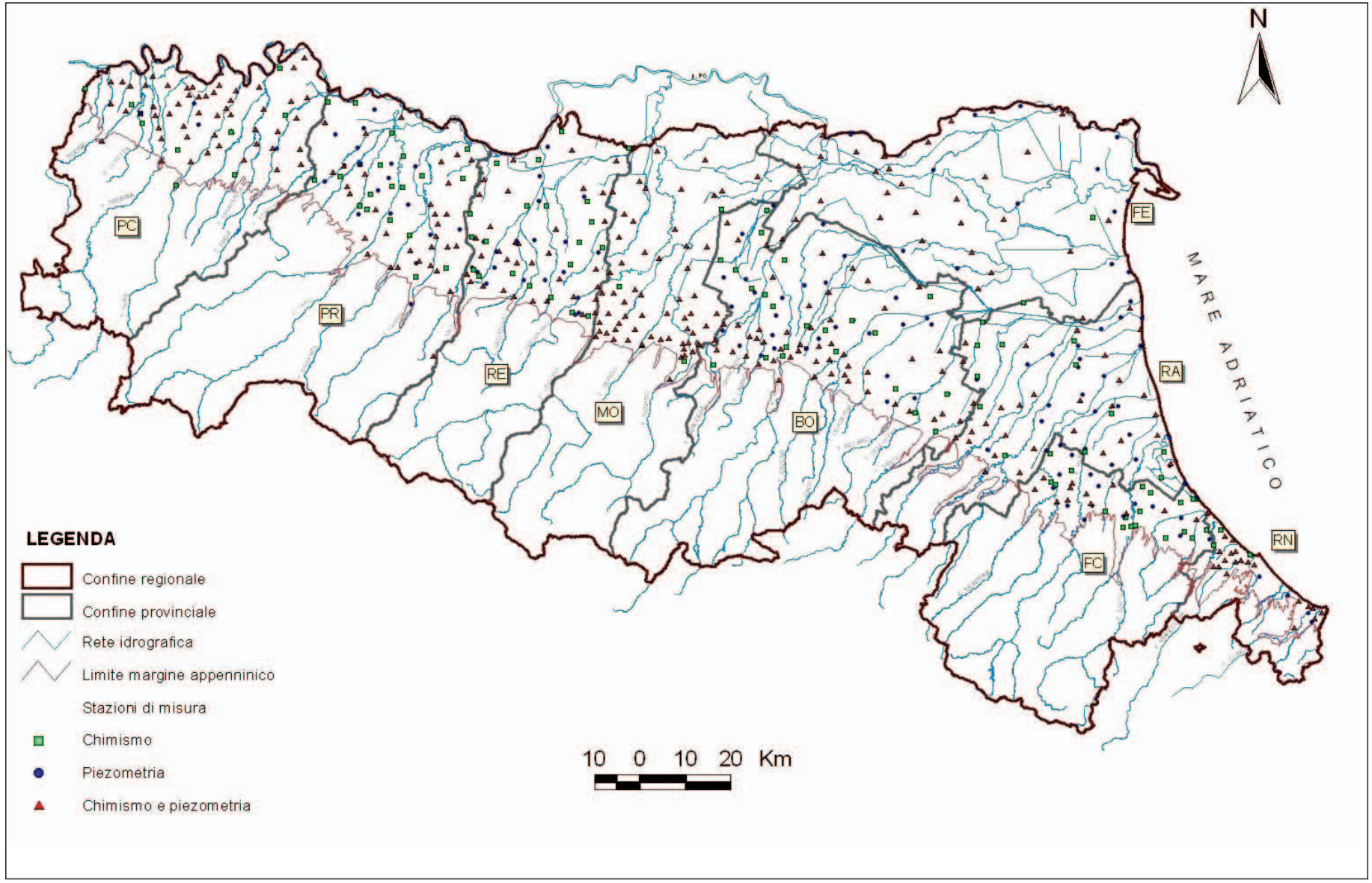
La struttura originaria della rete è stata comunque confermata, ovvero la parziale sovrapposizione tra punti con rilievo qualitativo e punti con rilievo quantitativo, essendo il mantenimento delle serie storiche di lunga durata un'informazione preziosa ed irrinunciabile. Nella tabella 3.1 si riporta in sintesi il numero di punti di misura su base provinciale suddiviso per tipo di misurazione e tipo di controllo della rete utilizzata per la redazione di questo report, ovvero quella in essere al 2003.

Tabella 3.1: Suddivisione dei punti di monitoraggio per provincia

	TIPOLOGIA DI MISURA EFFETTUATA				**TIPO DI CONTROLLO**	
Provincia	*Piezometria*	*Piezometria e Chimismo*	*Chimismo*	*Totale stazioni di misura*	*Qualità*	*Quantità*
Piacenza	5	52	10	67	62	57
Parma	18	34	20	72	54	52
Reggio Emilia	22	35	21	78	56	57
Modena	0	60	3	63	63	60
Bologna	36	53	22	111	75	89
Ferrara	14	34	1	49	35	48
Ravenna	26	27	13	66	40	53
Forlì-Cesena	18	14	20	52	34	32
Rimini	4	19	2	25	21	23
Totale	143	328	112	583	440	471

La figura 3.1 riporta la distribuzione spaziale sull'intero territorio regionale delle stazioni di misura suddivise per tipologia di misura: solo piezometria, solo chimismo o entrambe le misure.

Figura 3.1: La rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee



Il sopra citato processo di revisione della rete ha seguito precisi criteri che hanno portato ad un aumento dei punti di misura nelle aree caratterizzate da elevato prelievo idrico ad uso civile (passando dal 37 al 40%), nelle aree soggette a uno stato di inquinamento puntuale e diffuso (dal 22 al 26%) e nelle aree di conoide ad elevato gradiente idraulico e/o con soggiacenze elevate (dal 37 al 46%).

Relativamente alla conoscenza delle caratteristiche costruttive dei pozzi, in termini di posizione dei filtri e di disponibilità del log stratigrafico si evidenzia che, attualmente, il 50% del totale dei pozzi ha il log stratigrafico noto ed il 58% il tratto filtrante noto. Pertanto i pozzi con la sola indicazione delle profondità passano al 32% del totale dei pozzi della rete.

Queste informazioni hanno consentito di effettuare l'attribuzione dei punti di misura ai singoli Gruppi Acquiferi, A, B e C individuati all'interno del lavoro "Riserve Idriche Sotterranee" (Regione Emilia-Romagna & Eni S.p.A., 1998) e lo schema che ne deriva è riportato nella tabella 3.2.

Tabella 3.2: Punti di monitoraggio e gruppi acquiferi captati

Gruppo acquifero	Piezometria	Piezometria e Chimismo	Chimismo	Totale
A	92	212	81	385
A+B	14	54	14	82
A+B+C	12	23	2	37
A+C	0	2	0	2
B	16	17	4	37
B+C	5	4	3	12
C	2	11	5	18
non attribuibili	2	5	3	10
Totale	143	328	112	583

3.1. Corpi idrici sotterranei significativi

Può risultare utile in questa sede riprendere la definizione del D.Lgs. 152/99, relativamente ai corpi idrici significativi: "*Sono significativi gli accumuli d'acqua contenuti nel sottosuolo permeanti la matrice rocciosa, posti al di sotto del livello di saturazione permanente. Fra essi ricadono le falde freatiche e quelle profonde (in pressione o no) contenute in formazioni permeabili, e, in via subordinata, i corpi d'acqua intrappolati entro formazioni permeabili con bassa o nulla velocità di flusso. Le manifestazioni sorgentizie, concentrate o diffuse (anche subacquee) si considerano appartenenti a tale gruppo di acque in quanto affioramenti della circolazione idrica sotterranea.*

Non sono significativi gli orizzonti saturi di modesta estensione e continuità all'interno o sulla superficie di una litozona poco permeabile e di scarsa importanza idrogeologica e irrilevante significato ecologico.".

Nel contesto ambientale dell'Emilia-Romagna, tutta la pianura contiene corpi idrici sotterranei significativi, e come tale è da monitorare, ma ai corpi stessi si riconosce diversa importanza gerarchica. É proprio sulla base delle caratteristiche geologiche, idrochimiche ed idrodinamiche che descrivono i complessi idrogeologici che è possibile attribuire ad alcuni di questi una valenza prioritaria e ad altri una valenza secondaria. Si parlerà quindi di "corpi idrici significativi prioritari" e "corpi idrici significativi di interesse".

I corpi idrici significativi prioritari ai fini del monitoraggio ambientale sono costituiti dalle conoidi alluvionali appenniniche, suddivisibili in conoidi maggiori, intermedie e minori, nonché in conoidi pedemontane e conoidi distali.

I corpi idrici sotterranei significativi di interesse sono rappresentati dai depositi di piana alluvionale appenninica e dai depositi di piana alluvionale padana, riferibili al fiume Po. In questo ultimo caso non sono ricomprese le falde freatiche della medio-bassa pianura che non sono in collegamento con i gruppi acquiferi sottostanti.

La recente revisione della rete di monitoraggio ha portato ad un aumento del numero dei punti di prelievo posti all'interno dei corpi idrici prioritari (le conoidi), pari a 277 e 269 pozzi rispettivamente per la quantità e la qualità. Per le conoidi principali la densità dei punti di misura è pari a circa un punto ogni 12-18 Km^2, con un valor medio di 14 Km^2. Per le conoidi minori, la densità è pari a circa un punto di misura ogni 12-25 Km^2, con un valor medio di circa 16 Km^2. Per i corpi idrici di interesse le densità sono ovviamente minori, con valori che variano da un pozzo ogni 25-30 Km^2 per i depositi del Po e per la piana alluvionale appenninica. Nella tabella 3.3 viene riportato il numero di punti di misura all'interno dei corpi idrici significativi.

Tabella 3.3: Distribuzione dei punti di misura in riferimento ai corpi idrici significativi

	Punti di misura	**Qualità**	**Quantità**
Conoidi maggiori	***181***	***142***	***151***
Trebbia	18	17	17
Nure	13	12	11
Taro	21	14	13
Parma Baganza	22	18	18
Enza	23	17	19
Secchia	23	23	21
Panaro	24	21	23
Reno-Lavino	19	3	15
Marecchia	18	17	14
Conoidi intermedie	***109***	***82***	***87***
Tidone-Luretta	11	10	7
Arda	8	7	8
Samoggia	7	6	6
Savena Zena Idice	26	16	23
Sillaro	4	3	3
Santerno	7	6	5
Senio	3	3	3
Lamone	5	5	3
Ronco Montone	18	11	16
Savio	12	9	5
Conca	8	6	8
Conoidi Minori	***37***	***38***	***29***
Chiavenna	2	2	1
Stirone	8	6	6
Crostolo-Tresinaro	12	6	10
Tiepido	7	7	7
Ghironda-Aposa	3	13	1
Quaderna	3	2	3
Sellustra	2	2	1
Conoidi pedemontane	***13***	***7***	***10***
Pianura alluvionale appenninica	***119***	***80***	***87***
Pianura alluvionale padana	***126***	***93***	***108***
Totale	***583***	***440***	***471***

4. La classificazione delle acque sotterranee

La classificazione delle acque sotterranee, secondo il D.Lgs. 152/99 e s.m.i., prevede la determinazione di uno stato chimico o qualitativo, di uno stato quantitativo o di equilibrio idrogeologico e di uno stato ambientale o quali-quantitativo che rappresenta una sintesi per sovrapposizione delle due classificazioni precedenti.

4.1. La classificazione qualitativa

Il D.Lgs. 152/99 e s.m.i. definisce cinque classi qualitative, riportate in tabella 4.1 insieme alla loro descrizione. Per l'attribuzione della classe, si fa riferimento ai valori di concentrazione dei sette parametri chimici di base, riportati in Tabella 4.2. La classificazione è determinata dal valore peggiore di concentrazione riscontrato nelle analisi dei diversi parametri di base.

Tabella 4.1: Definizione dello stato chimico o qualitativo delle acque sotterranee

CLASSE 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche
CLASSE 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche
CLASSE 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
CLASSE 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti
CLASSE 0 (*)	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della Classe 3

(*) per la valutazione dell'origine endogena delle specie idrochimiche presenti dovranno essere considerate anche le caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

Tabella 4.2: Determinazione della classificazione qualitativa in base al valore dei parametri di base

Parametro	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 (*)
Conducibilità elettrica	microS/cm (20°C)	≤ 400	≤ 2500	≤ 2500	> 2500	> 2500
Cloruri	mg/l	≤ 25	≤ 250	≤ 250	> 250	> 250
Manganese	microg/l	≤ 20	≤ 50	≤ 50	> 50	> 50
Ferro	microg/l	≤ 50	≤ 200	≤ 200	> 200	> 200
Nitrati	mg/l di NO_3	≤ 5	≤ 25	≤ 50	> 50	
Solfati	mg/l di SO_4	≤ 25	≤ 250	≤ 250	> 250	> 250
Ione ammonio	mg/l di NH_4	≤ 0.05	≤ 0.5	≤ 0.5	> 0.5	> 0.5

(*) se la presenza delle sostanze è di origine naturale verrà automaticamente attribuita la Classe 0

La classe attribuita deve però essere corretta in relazione ai valori di concentrazione rilevati nel monitoraggio di altri parametri addizionali, il cui elenco e relativi valori di soglia sono riportati in Tabella 4.3. In particolare il superamento della soglia riportata per ogni singolo inquinante, sia inorganico od organico, determina il passaggio alla Classe 4 a meno che non sia accertata, per i soli inorganici, l'origine naturale che determina la Classe 0.

Tabella 4.3: Determinazione della classificazione qualitativa in base al valore dei parametri addizionali

Inquinanti inorganici	microg/l	Inquinanti organici	microg/l
Alluminio	≤ 200	Composti alifatici alogenati totali	10
Antimonio	≤ 5	di cui:	
Argento	≤ 10	- 1,2-dicloroetano	3
Arsenico	≤ 10	Pesticidi totali	0.5
Bario	≤ 2000	di cui:	
Berillio	≤ 4	- aldrin	0.03
Boro	≤ 1000	- dieldrin	0.03
Cadmio	≤ 5	- eptacloro	0.03
Cianuri	≤ 50	- eptacloro epossido	0.03
Cromo tot.	≤ 50	Altri pesticidi individuali	0.1
Cromo VI	≤ 5	Acrilamide	0.1
Ferro	≤ 200	Benzene	1
Fluoruri	≤ 1500	Cloruro di vinile	0.5
Mercurio	≤ 1	IPA totali	0.1
Nichel	≤ 20	Benzo (a) pirene	0.01
Nitriti	≤ 500		
Piombo	≤ 10		
Rame	≤ 1000		
Selenio	≤ 10		
Zinco	≤ 3000		

Nella norma non sono contenute informazioni precise in merito all'orizzonte temporale di riferimento per l'utilizzo dei dati lasciando una certa libertà nella scelta del periodo temporale stesso, da cui trarre le determinazioni analitiche. Si è ritenuto opportuno, a causa della revisione avvenuta di recente con modifica di una quota parte di punti, scegliere l'intervallo temporale di un anno per il 2003 e il 2002 e avere come confronto per il passato periodi biennali.

La determinazione della classificazione qualitativa è stata eseguita su 401 punti. E' stato possibile in questo modo disporre di almeno 10-11 punti di misura (fino a 24) per le conoidi maggiori e di un numero minore, da 3 a 1, per le conoidi intermedie.

4.2. La classificazione quantitativa

Il D.Lgs. 152/99 e s.m.i. riporta le indicazioni di principio secondo le quali la classificazione quantitativa deve essere basata sulle alterazioni misurate o previste delle condizioni di equilibrio idrogeologico. In Tabella 4.4 sono riportate le 4 classi che definiscono lo stato quantitativo. Dalle definizioni risulta evidente l'importanza che riveste, per il mantenimento delle condizioni di sostenibilità nell'utilizzo della risorsa sul lungo periodo, la conoscenza dei termini che concorrono alla definizione del bilancio idrogeologico dell'acquifero, comprendendo tra questi quello dovuto agli emungimenti e quello rappresentativo dell'impatto antropico, nonché la conoscenza delle caratteristiche intrinseche e di potenzialità dell'acquifero.

Partendo quindi dalla considerazione che un corpo idrico sotterraneo è in condizioni di equilibrio idrogeologico quando la condizione di sfruttamento che su di esso insiste è minore in rapporto alle proprie capacità di ricarica, si identificano, ai fini della classificazione quantitativa, da un lato i fattori che ne descrivono le caratteristiche intrinseche (tipologia di acquifero, spessore utile, permeabilità e coefficiente di immagazzinamento) e dall'altro quelli che sono rappresentativi del livello di sfruttamento (prelievi, trend piezometrico). I primi rappresentano l'acquifero in termini di potenzialità idrodinamica, modalità e possibilità di ricarica, mentre tra i secondi i prelievi sono descrittivi dell'impatto antropico sulla risorsa e il trend della piezometria individua indirettamente il rapporto ricarica/prelievi ovvero il deficit idrico.

Per la classificazione quantitativa viene fatto riferimento alle serie storiche di dati piezometrici relative alla rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee, che insiste sul territorio regionale dal 1976. Attraverso le serie storiche è stato possibile calcolare il trend della piezometria e successivamente attraverso il coefficiente di immagazzinamento è stato calcolato il deficit idrico o il surplus idrico di una porzione di territorio di 1 Km^2 all'interno del quale ricade il pozzo. Sono stati classificati in classe A i pozzi o celle aventi un surplus idrico o deficit idrico nullo, in classe B quelli con deficit idrico fino a 10.000 m^3/anno e in classe C quelli con deficit idrico superiore. L'anno di riferimento per la classificazione quantitativa è il 2002.

Tabella 4.4: Definizione dello stato quantitativo delle acque sotterranee

CLASSE A	L'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.
CLASSE B	L'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa e sostenibile sul lungo periodo.
CLASSE C	Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti.
CLASSE D	Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.

4.3. Lo stato ambientale

Lo stato ambientale delle acque sotterranee è definito dalle cinque classi riportate in tabella 4.5; esse vengono determinate attraverso la sovrapposizione, guidata in base ai contenuti della tabella 4.6, delle cinque classi di qualità riportate in tabella 4.1 con le quattro classi di quantità riportate in tabella 4.4.

In tabella 4.6 si nota l'incidenza della classificazione qualitativa Classe 0 nei confronti dello stato ambientale in quanto, indipendentemente dalle condizioni di sfruttamento quantitativo, questa origina lo stato naturale particolare. Inoltre la differenziazione tra le Classi 2 e 3, basata sul solo valore di concentrazione dei nitrati, determina, nel caso di non eccessivo sfruttamento della risorsa (classi quantitative A e B), il passaggio tra lo stato di buono e quello di sufficiente.

Mentre lo stato ambientale scadente può essere il risultato di una combinazione solo parzialmente negativa, come ad esempio la sovrapposizione della Classe qualitativa 4 con la Classe quantitativa A oppure della Classe qualitativa 2 con la Classe quantitativa C.

Lo stato ambientale determinato per le singole conoidi si riferisce all'anno 2002 in quanto sovrapposizione dello stato chimico e dello stato quantitativo del medesimo anno.

Tabella 4.5: Definizione dello stato ambientale delle acque sotterranee

ELEVATO	Impatto antropico nullo o trascurabile sulla qualità e quantità della risorsa, con l'eccezione di quanto previsto nello stato naturale particolare
BUONO	Impatto antropico ridotto sulla qualità e/o quantità della risorsa
SUFFICIENTE	Impatto antropico ridotto sulla quantità, con effetti significativi sulla qualità tali da richiedere azioni mirate ad evitarne il peggioramento
SCADENTE	Impatto antropico rilevante sulla qualità e/o quantità della risorsa con necessità di specifiche azioni di risanamento
NATURALE/PARTICOLARE	Caratteristiche qualitative e/o quantitative che pur non presentando un significativo impatto antropico, presentano limitazioni d'uso della risorsa per la presenza naturale di particolari specie chimiche o per il basso potenziale quantitativo

Tabella 4.6: Stato ambientale (quali-quantitativo) dei corpi idrici sotterranei

Stato elevato	Stato buono	Stato sufficiente	Stato scadente	Stato particolare
1 – A	1 – B	3 – A	1 – C	0 – A
	2 – A	3 – B	2 – C	0 – B
	2 – B		3 – C	0 – C
			4 – C	0 – D
			4 – A	1 – D
			4 – B	2 – D
				3 – D
				4 – D

5. Struttura del report e metodologia utilizzata

In questa sede si forniscono le indicazioni necessarie per la lettura dei dati riportati nel presente report.

Le caratteristiche delle acque sotterranee sono state presentate per singolo complesso idrogeologico individuando tutte le conoidi alluvionali appenniniche maggiori, alcune intermedie, mentre delle minori solo quelle ritenute più significative. Sono stati inoltre riportati i complessi idrogeologici della pianura alluvionale appenninica e padana scegliendo il criterio territoriale pur mantenendo l'evidenziazione delle due diverse unità nella relativa cartografia. I territori individuati sono la piana alluvionale di: Piacenza-Parma, Reggio Emilia-Modena, Bologna-Ferrara e Ravenna-Forli-Cesena.

Le elaborazioni cartografiche che riportano distribuzioni areali di concentrazioni o di misure sono state effettuate con l'ausilio di programmi di geostatistica utilizzando il metodo kriging.

I temi cartografati sono stati:

- **DELIMITAZIONE DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE** - le unità idrogeologiche sono rappresentate in mappa con differenti colori in base al rango gerachico : rosa per le conoidi maggiori, giallo per le conoidi intermedie, grigio per le conoidi minori, verde e azzurro per la piana alluvionale appenninica e padana. La delimitazione delle unità deriva dalla cartografia prodotta per il Piano di Tutela delle Acque, con la collaborazione del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia - Romagna

- **PIEZOMETRIA** - la piezometria fa riferimento alla media dell'anno 2003. E' basata su stazioni con misure semestrali o mensili. Sono riportate le curve isopieze con equidistanza di 50m, 10m e 5m s.l.m. Sono state evidenziate anche le stazioni di misura con il relativo codice;

- **VARIAZIONE PIEZOMETRICA** - l'elaborazione è stata prodotta in occasione del Piano di Tutela delle Acque e utilizza le serie storiche di alcune centinaia di stazioni di misura. Attraverso l'elaborazione statistica del trend pluriennale della piezometria, si determina l'innalzamento o l'abbassamento medio della falda nel periodo 1976–2002 espresso in m/anno;

- **PRELIEVI CIVILI ANNUI** - la mappatura dei prelievi ad uso civile è dedotta dagli elaborati del Piano di Tutela delle Acque. E' riferita all'anno 2002 e fornisce l'ubicazione dei 390 punti dove viene estratta risorsa pregiata ad uso civile dagli acquiferi ed il prelievo medio annuo di ciascun pozzo o campo acquifero (mc/anno);

- **NITRATI** - sono stati elaborati i dati 2003, calcolando la media delle concentrazioni determinate nel periodo primaverile e autunnale. Sono state cartografate sia le isolinee di concentrazione che i valori puntuali riferiti ai singoli pozzi. Nella presentazione per punti sono state riportate le stazioni di misura con differente simbologia; cerchi per l'acquifero principale A e triangoli per gli acquiferi profondi B e C. L'elaborazione areale è avvenuta utilizzando i dati riferiti all'acquifero principale (A) e utilizzando le stazioni dell'acquifero profondo solo se in conoide e comunque se congruenti con il quadro dell'acquifero principale. I grafici dei dati delle singole stazioni indicano situazioni puntuali indicative del contesto generale: presentano generalmente un fondo scala pari a 60 mg/l, talvolta però è stato necessario graficare dati con fondo scala maggiore, e in questi casi il grafico è stato evidenziato utilizzando per lo sfondo il colore giallo-arancio.

Per la rappresentazione grafica del trend delle concentrazioni dei nitrati sull'intera conoide, sono stati utilizzati prevalentemente pozzi che presentano nel tempo continuità di misure. Per mostrare in ogni conoide l'andamento complessivo delle concentrazioni dei nitrati nel tempo, è stata utilizzata una rappresentazione con diagramma azionario, riportando il 10°, il 25°, il 75° e il 90° percentile. E' stata diagrammata anche la media delle concentrazioni nel periodo temporale considerato. Sono stati inoltre riportati in tabella i dati dei singoli pozzi come medie annuali, è stato calcolato il valore medio e il 50° percentile, ovvero la mediana.

- **SOLFATI, CLORURI, FERRO, MANGANESE, ARSENICO, IONE AMMONIO** - le elaborazioni sono analoghe a quanto fatto per i nitrati, anche se con un minor dettaglio data una minore criticità ambientale. Le concentrazioni dello ione ammonio e dell'arsenico sono state prodotte solo per i depositi di piana alluvionale.

- **COMPOSTI ORGANOALOGENATI** - per i composti organoalogenati, non essendo rappresentativa l'elaborazione areale delle concentrazioni, sono state rappresentate con colore diverso le concentrazioni rilevate per singola stazione. Anche in questo caso, a completamento delle informazioni relative a questo parametro, sono stati riportati i grafici relativi all'andamento degli organoalogenati per i punti più rappresentativi della conoide. I grafici presentano sfondo di colore diverso a seconda che il fondo scala utilizzato nella rappresentazione dei dati sia pari a 30 microg/l o più elevato. Tale elaborazione non viene effettuata per la piana alluvionale appenninica e padana.

- **CLASSIFICAZIONE QUALITATIVA** - è stata elaborata per anni 2002 e 2003 singolarmente, mentre per gli anni precedenti l'elaborazione è avvenuta accorpando i valori medi per bienni (2000-2001, 1998-1999, eccetera). Sono stati riportati in diagramma e tabella il numero di stazioni ricadenti nella conoide o unità di pianura attribuite alle 5 classi qualitative.

- **CLASSIFICAZIONE QUALITATIVA, QUANTITATIVA E STATO AMBIENTALE** - le classificazioni riportate in cartografia, eseguite secondo la metodologia illustrata nel capitolo precedente, si riferiscono all'anno 2002 come anche la composizione percentuale delle diverse classi dello stato ambientale.