Il monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Bologna

Monitoraggio anni 2002 - 2006

Indice

1. La rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee 4

1.1. La struttura delle reti 5

1.2. Periodo e frequenza di campionamento e misura 6

1.2.1. Parametri d'indagine 6

2. Fattori naturali e antropici che interferiscono col sistema 11

2.1. Fattori naturali 11

2.1.1. Conducibilità elettrica specifica 11

2.1.2. Cloruri 12

2.1.3. Solfati 12

2.1.4. Ione Ammonio 13

2.1.5. Ferro 14

2.1.6. Manganese 14

2.1.7. Arsenico 15

2.2. Fattori antropici 15

2.2.1. Carichi di azoto 15

2.2.2. Prelievi di acque sotterranee 17

3. Lo stato ambientale dei corpi idrici sotterranei 19

3.1. Criteri per la classificazione delle acque sotterranee 22

3.1.1. La classificazione qualitativa 22

3.1.2. La classificazione quantitativa 24

3.1.3. Lo stato ambientale 24

4. Presentazione e discussione dei dati di monitoraggio del quinquennio 2002-2006. 25

4.1. Lo stato chimico degli acquiferi (2002-2006) 26

4.2. Lo stato quantitativo degli acquiferi (2002 e 2005) 27

4.3. Lo stato ambientale degli acquiferi (2002-2006) 31

5. Qualità delle acque sotterranee rilevata dalla rete – Anno 2006. 33

6. Principali documenti di riferimento 36

In copertina: pozzo per la misura della soggiacenza nei pressi di Bologna

1. La rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee

La progettazione della Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee dell'Emilia-Romagna 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).
Le attività di misura allora erano limitate al controllo della piezometria e della conducibilità elettrica specifica, con frequenza stagionale.
Negli anni 1987-88 le indagini sono state estese alla componente qualitativa, venendo così a realizzarsi una prima rete di controllo "quali-quantitativo". I rilievi piezometrici ed i campionamenti dei parametri fisico- chimici e microbiologici erano effettuati dai Presidi Multizonali di Prevenzione (confluiti in Arpa nel 1995) con frequenza semestrale.
In anni recenti la rete di controllo è stata sottoposta ad un processo di revisione/ottimizzazione per adeguarla ai criteri dati dal D.Lgs. 152/99 (e s.m.i) in tema di monitoraggio e classificazione dei corpi idrici sotterranei. 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, e resta la parziale sovrapposizione tra punti con rilievo qualitativo e punti con rilievo quantitativo, allo scopo di mantenere la continuità delle serie storiche di lunga durata che rappresentano un'informazione preziosa ed irrinunciabile.
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, nelle aree soggette a uno stato di inquinamento puntuale e diffuso e nelle aree di conoide ad elevato gradiente idraulico e/o con soggiacenze elevate.
Il processo di revisione della rete di monitoraggio permette oggi di classificare le acque sotterranee in base a quanto contenuto nel D.Lgs.152/99. In particolare i dati provenienti dalla rete costituiscono la base informativa fondamentale per:

- verificare gli obiettivi di qualità fissati dagli artt. 4 e 5 del decreto stesso e per valutare gli effetti indotti dal piano di tutela delle acque previsto dalla stessa norma;
- verificare lo stato quantitativo della risorsa, in riferimento alle risorse disponibili e al grado di utilizzo;
- verificare lo stato di inquinamento delle acque spesso dovuto ad elementi naturalmente presenti nei sedimenti che immagazzinano l'acqua: ferro, manganese, ammoniaca o arsenico.
- verificare le principali emergenze ambientali, legate alla presenza di nitrati e di fitofarmaci, come specificato direttamente dal D.Lgs.152/99, artt. 19 e 20, e alla verifica delle contaminazioni da aree industriali, in particolare da metalli, da organoalogenati e da sostanze pericolose;

Il Codice Ambientale di recente pubblicazione (D. Lgs. 152 del 3 aprile 2006), che tratta nella Parte III (e nei relativi allegati) della disciplina delle acque, ha chiuso la vita operativa del Decreto Legislativo 152/99 riaggiornando, secondo criteri comunitari (Water Framework Directive 2000/60/CE), gli strumenti di tutela delle acque.
Alcuni importanti aspetti attuativi del nuovo decreto competono all'Agenzia Per l'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) e alle Regioni (riordino della rete di monitoraggio). L'analisi delle ricadute operative della nuova norma sulle diverse matrici ambientali e in particolare sulle acque sotterranee è tuttora in corso da parte di Arpa Emilia- Romagna.
I monitoraggi del 2006 quindi, rientranti parzialmente nella vigenza del D.Lgs. 152/2006, non possono che essere valutati secondo i vecchi criteri. Questo assicura continuità di giudizio con le

valutazioni degli anni precedenti e omogeneità con i contenuti degli attuali Piani di Tutela delle acque.

1.1. La struttura delle reti

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è funzione della necessità di copertura di tutto il territorio (conoidi e pianura) e dell'opportunità di avere informazioni puntuali delle zone con elevati prelievi e/o con fenomeni di alimentazione (zone di ricarica) e/o vulnerabili.
Per le conoidi principali la densità dei punti di misura è oggi pari a circa un punto ogni 12-18 Km^2, con un valore 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 valore medio di circa 16 Km^2. Per la piana alluvionale appenninica e padana le densità sono ovviamente minori, con valori di circa un pozzo ogni 25-30 Km^2. Ciò consente di definire lo stato quali- quantitativo di ogni singolo corpo idrico significativo sotterraneo.
Di norma i pozzi della rete di monitoraggio appartengono a privati che li rendono disponibili per i prelievi e le misure necessarie. Questa situazione dà grandi vantaggi economici, di contro la disponibilità non è certa in assoluto, soprattutto nel lungo periodo. Inoltre le informazioni relative alla stratigrafia dei pozzi ed alla ubicazione dei filtri sono disponibili solo per una parte del numero dei punti di misura.

Punti di campionamento
La rete regionale delle acque sotterranee è complessivamente composta da 575 pozzi di cui:
112 pozzi con sola misura del chimismo;
143 pozzi con sola misura piezometrica;
320 pozzi con entrambe le misure.

Per la Provincia di Bologna, al 2006, si contano:
23 pozzi con sola misura del chimismo;
27 pozzi con sola misura piezometrica;
50 pozzi con entrambe le misure.

1.2. Periodo e frequenza di campionamento e misura

Il campionamento delle acque avviene con cadenza semestrale, organizzata con due campagne (primavera e autunno) seguendo 4 profili analitici descritti nel paragrafo successivo.
Il monitoraggio della quantità invece prevede misure di soggiacenza in sito con le seguenti frequenze:
rilievo semestrale - è previsto per 58 punti di misura, si colloca nelle due stagioni intermedie, primavera e autunno, ovvero tra metà marzo e fine maggio per la prima campagna e intorno a ottobre per la seconda. Il significato di tale tempistica è finalizzato a monitorare la fase di massima piena delle falde (primavera) e la massima magra (autunno);
rilievo trimestrale - è previsto per 7 punti di misura e corrisponde con il monitoraggio stagionale;
rilievo mensile – è stato attivato dalla primavera del 2002 ed è riferito a 12 punti di misura che sono prevalentemente pozzi ad uso civile;
rilievo in continuo – si avvale di strumenti automatici di misura finora approntati su 4 pozzi della attuale rete e 4 di nuova istituzione a partire dall'anno 2007, per un totale di 8 stazioni di misura.

1.2.1. Parametri d'indagine

Ai fini del monitoraggio della qualità i pozzi sono stati suddivisi in quattro raggruppamenti principali (profili analitici), di seguito illustrati:
gruppo 1 – screening completo: pozzi di prioritaria importanza, altamente significativi della qualità delle acque del sistema, nel quale sono effettuate tutte le determinazioni richieste da Dlgs 152/99 integrate, dove le singole Province in collaborazione con le sezioni ARPA lo ritengano necessario in base alla conoscenza della realtà locale e delle criticità presenti sul territorio, da altre determinazioni con particolare attenzione alle sostanze prioritarie e pericolose individuate dalla direttiva 2455/2001/CE. I parametri da analizzare in prima istanza sono indicati nella tabella 1.
gruppo 2 – screening esteso: pozzi di particolare importanza ricadenti in corpi idrici prioritari (conoidi principali). I parametri da analizzare in prima istanza sono indicati nella tabella 2 integrate, dove le singole Province in collaborazione con le sezioni ARPA lo ritengano necessario in base alla conoscenza della realtà locale e delle criticità presenti sul territorio, da altre determinazioni con particolare attenzione alle sostanze prioritarie e pericolose individuate dalla direttiva 2455/2001/CE. Anche i pozzi di nuovo inserimento vengono inseriti in questo gruppo.
gruppo 3 – screening parzialmente semplificato: i restanti pozzi ricadenti in corpi idrici prioritari. I parametri da analizzare in prima istanza sono indicati nella tabella 3, previa valutazione con le province territorialmente competenti.
gruppo 4 : – screening semplificato: pozzi ricadenti in corpi idrici di interesse, con stato chimico non di pregio. I parametri da analizzare in prima istanza sono indicati nella tabella 4, previa valutazione con le province territorialmente competenti.

Tabella 1: Profilo analitico per il gruppo 1 – screening completo

Temperatura (°C)	Escherichia Coli (UFC)
PH	Aereomonas (UFC)
Durezza totale (mg/l CaCO3)	Benzene (µg/l)
Conducibilità elettrica (uS/cm a 20°C)	Cianuri (µg/l)
Bicarbonati (mg/l)	Fenoli (µg/l)
Calcio (mg/l)	IPA totali (µg/l)
Cloruri (mg/l)	Cloruro di vinile (µg/l)
Magnesio (mg/l)	Composti alifatici alogenati totali (µg/l)
Potassio (mg/l)	- 1,2-dicloroetano (µg/l)
Sodio (mg/l)	- Trielina (µg/l)
Solfati (mg/l) come SO4	- Percloroetilene (µg/l)
Nitrati (mg/l) come NO3	- Tetracloruro di Carbonio (µg/l)
Nitriti (mg/l) come NO2	- Cloroformio (µg/l)
Ossidabilità (Kubel)	- Metilcloroformio (µg/l)
Ione ammonio (mg/l) come NH4	- Diclorobromometano (µg/l)
Ferro (µg/l)	- Dibromoclorometano (µg/l)
Manganese (µg/l)	Pesticidi totali (µg/l)
Alluminio (µg/l)	- Alaclor (µg/l)
Antimonio (µg/l)	- Atrazina (µg/l)
Argento (µg/l)	- Clorpirifos (µg/l)
Arsenico (µg/l)	- Diuron (µg/l)
Bario (µg/l)	- Isoproturon (µg/l)
Berillio (µg/l)	- Linuron (µg/l)
Boro (µg/l)	- Metolaclor (µg/l)
Cadmio e composti (µg/l)	- Molinate (µg/l)
Cromo tot. (µg/l)	- Oxadiazon (µg/l)
Cromo VI (µg/l)	- Propanil (µg/l)
Fluoruri (µg/l)	- Simazina (µg/l)
Mercurio e composti (µg/l)	- Terbutiazina (µg/l)
Nichel (µg/l)	- Trifluralin (µg/l)
Piombo (µg/l)	- Tiobencarb (µg/l)
Rame (µg/l)	Metilterbutiletere (µg/l)
Selenio (µg/l)	Etilterbutiletere (µg/l)
Zinco (µg/l)	
Altre Sostanze pericolose da definire territorialmente in base alla Decisione 2455/2001/CE	

Tabella 2: Profilo analitico per il gruppo 2 - screening esteso e sperimentale (*)

Temperatura (°C)	Composti alifatici alogenati totali (µg/l)
PH	- 1,2-dicloroetano (µg/l)
Durezza totale (mg/L CaCO3)	- Trielina (µg/l)
Conducibilità elettrica (µS/cm a 20°C)	- Percloroetilene (µg/l)
Bicarbonati (mg/L)	- Tetracloruro di Carbonio (µg/l)
Calcio (mg/L)	- Cloroformio (µg/l)
Cloruri (mg/L)	- Metilcloroformio (µg/l)
Magnesio (mg/L)	- Diclorobromometano (µg/l)
Potassio (mg/L)	- Dibromoclorometano (µg/l)
Sodio (mg/L)	Pesticidi totali (µg/l)
Solfati (mg/L) come SO4	- Alaclor (µg/l)
Nitrati (mg/L) come NO3	- Atrazina (µg/l)
Nitriti (mg/L) come NO2	- Clorpirifos (µg/l)
Ossidabilità (Kubel)	- Diuron (µg/l)
Ione ammonio (mg/L) come NH4	- Isoproturon (µg/l)
Ferro (µg/l)	- Linuron (µg/l)
Manganese (µg/l)	- Metolaclor (µg/l)
Arsenico (µg/l)	- Molinate (µg/l)
Boro (µg/l)	- Oxadiazon (µg/l)
CromoVI (µg/l)(**)	- Propanil (µg/l)
Cromo tot. (µg/l)	- Simazina (µg/l)
Fluoruri (µg/l)	- Terbutiazina (µg/l)
Nichel (µg/l)	- Trifluralin (µg/l)
Piombo (µg/l)	- Tiobencarb (µg/l)
Rame (µg/l)	Metilterbutiletere (µg/l)
Zinco (µg/l)	Etilterbutiletere (µg/l)
Escherichia Coli (UFC)	Fenoli (µg/l)
Aereomonas (UFC)	

(*) screening sperimentale per i pozzi di nuovo inserimento
(**) il cromoVI si esegue solo se il cromo totale sia maggiore di 10 µg/l

Tabella 3: Profilo analitico per il gruppo 3 – screening parzialmente semplificato

Temperatura (°C)	Boro (µg/l)
PH	Cromo tot. (µg/l)
Durezza totale (mg/L CaCO3)	Fluoruri (µg/l)
Conducibilità elettrica (µS/cm a 20°C)	Nichel (µg/l)
Bicarbonati (mg/L)	Piombo (µg/l)
Calcio (mg/L)	Rame (µg/l)
Cloruri (mg/L)	Zinco (µg/l)
Magnesio (mg/L)	Composti alifatici alogenati totali (µg/l)
Potassio (mg/L)	- 1,2-dicloroetano (µg/l)
Sodio (mg/L)	- Trielina (µg/l)
Solfati (mg/L) come SO4	- Percloroetilene (µg/l)
Nitrati (mg/L) come NO3	- Tetracloruro di Carbonio (µg/l)
Nitriti (mg/L) come NO2	- Cloroformio (µg/l)
Ossidabilità (Kubel)	- Metilcloroformio (µg/l)
Ione ammonio (mg/L) come NH4	- Diclorobromometano (µg/l)
Ferro (µg/l)	- Dibromoclorometano (µg/l)
Manganese (µg/l)	Escherichia Coli (UFC)
Arsenico (µg/l)	Aereomonas (UFC)
Eventuale inserimento di pesticidi (se in contesto agricolo) cianuri, fenoli, MTBE, ETBE, IPA (se in contesto urbano) a discrezione della provincia territorialmente competente	

Tabella 4: Profilo analitico per il gruppo 4 – screening semplificato

Temperatura (°C)	Ione ammonio (mg/L) come NH4
PH	Ferro (µg/l)
Durezza totale (mg/L CaCO3)	Manganese (µg/l)
Conducibilità elettrica (µS/cm a 20°C)	Arsenico (µg/l)
Bicarbonati (mg/L)	Boro (µg/l)
Calcio (mg/L)	Cromo tot. (µg/l)
Cloruri (mg/L)	Fluoruri (µg/l)
Magnesio (mg/L)	Nichel (µg/l)
Potassio (mg/L)	Piombo (µg/l)
Sodio (mg/L)	Rame (µg/l)
Solfati (mg/L) come SO4	Zinco (µg/l)
Nitrati (mg/L) come NO3	Escherichia Coli (UFC)
Nitriti (mg/L) come NO2	Aereomonas (UFC)
Ossidabilità (Kubel)	

2. Fattori naturali e antropici che interferiscono col sistema

2.1. Fattori naturali

Vengono descritti, per inquadrare il contesto nel quale la rete provinciale si trova inserita, i principali fattori di tipo naturale che condizionano lo stato di qualità delle acque sotterranee della Regione Emilia-Romagna e che sono compresi tra i "macrodescrittori" (Tab.19 dell'All1 D.Lgs.152/99). Le elaborazioni riportate fanno riferimento all'intero territorio regionale e sono tratte dalle elaborazioni effettuate per la Relazione sullo Stato dell'Ambiente 1999. Queste elaborazioni sono utili come quadro di riferimento per tutte le altre, sia di livello locale o per dati rilevati in orizzonti temporali diversi.
L'analisi della distribuzione e della concentrazione dei parameri "naturali" risulta comunque importante per la comprensione delle caratteristiche degli acquiferi e per l'attribuzione dello stato ambientale definito come "naturale particolare".

2.1.1. Conducibilità elettrica specifica

La conducibilità elettrica specifica di un'acqua è data dal contenuto di sali minerali disciolti. Rappresenta un indicatore del tenore salino e del grado di mineralizzazione. E' quindi utilizzata come un indicatore complessivo delle caratteristiche di qualità.
La Figura 1, che riporta la carta della conducibilità elettrica specifica, individua i maggiori valori nella zona ferrarese, in modo particolare verso il mare. Essi sono legati alla presenza di acque di origine marina. La vasta area interessata dalla presenza di acque salmastre nella bassa pianura modenese ad ovest di Ferrara è dovuta ad una struttura profonda nota col nome di "Dorsale ferrarese".
Ad un fenomeno completamente diverso si devono le acque ricche di sali che permeano alcune conoidi pedeappenniniche e sono dovute all'elevato contenuto salino dei fiumi che l'alimentano. Il grado di mineralizzazione delle acque sotterranee, e quindi la conducibilità, generalmente aumenta col permanere delle acque a contatto con i sedimenti dell'acquifero; per questo motivo è normale avere minori conducibilità nelle acque di infiltrazione più recente e maggiore mineralizzazione nelle aree a minor circolazione e più lontane dalle zone di infiltrazione.

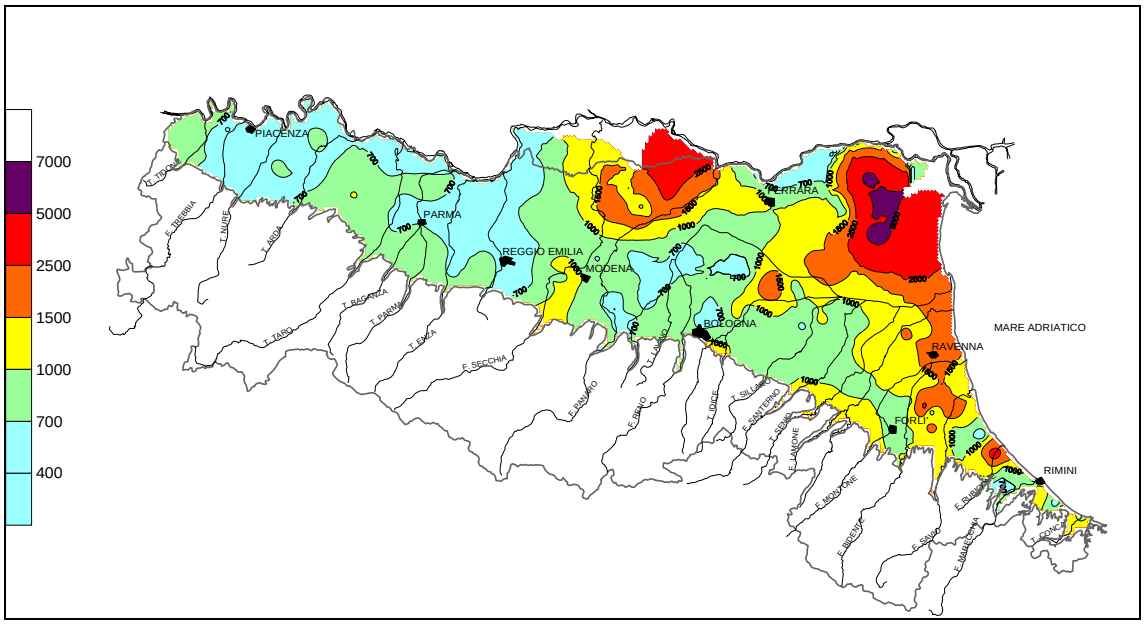

Figura 1: Conducibilità Elettrica Specifica - anno 1998 (µS/cm)

2.1.2. Cloruri

I cloruri rappresentano uno dei principali fattori di contributo alla conducibilità elettrica specifica. Per questa ragione la carta della distribuzione dei cloruri (Fig. 2) presenta in più zone evidenti analogie con quella della conducibilità, soprattutto nelle zone con le concentrazioni più alte.

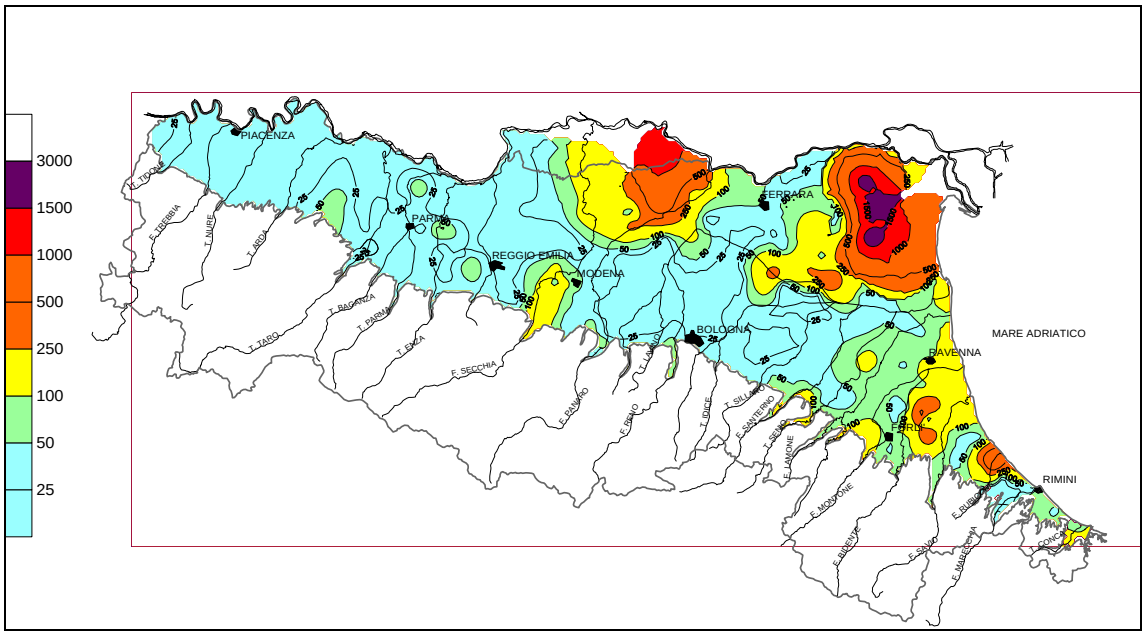

Figura 2: Cloruri - anno 1998 (mg/l)

2.1.3. Solfati

La distribuzione areale dei solfati (Fig. 3) in linea generale è legata alle condizioni idrodinamiche dell'acquifero. I solfati, essendo una forma di ossidazione, sono presenti dove l'acquifero è in condizioni libere, mentre in condizioni confinate, con disponibilità di ossigeno ridotta, i minerali di

zolfo si riducono a solfuri e idrogeno solforato. In alcuni casi i solfati possono marcare le zone di alimentazione fluviale, come nei casi in cui attraversano formazioni gessose.

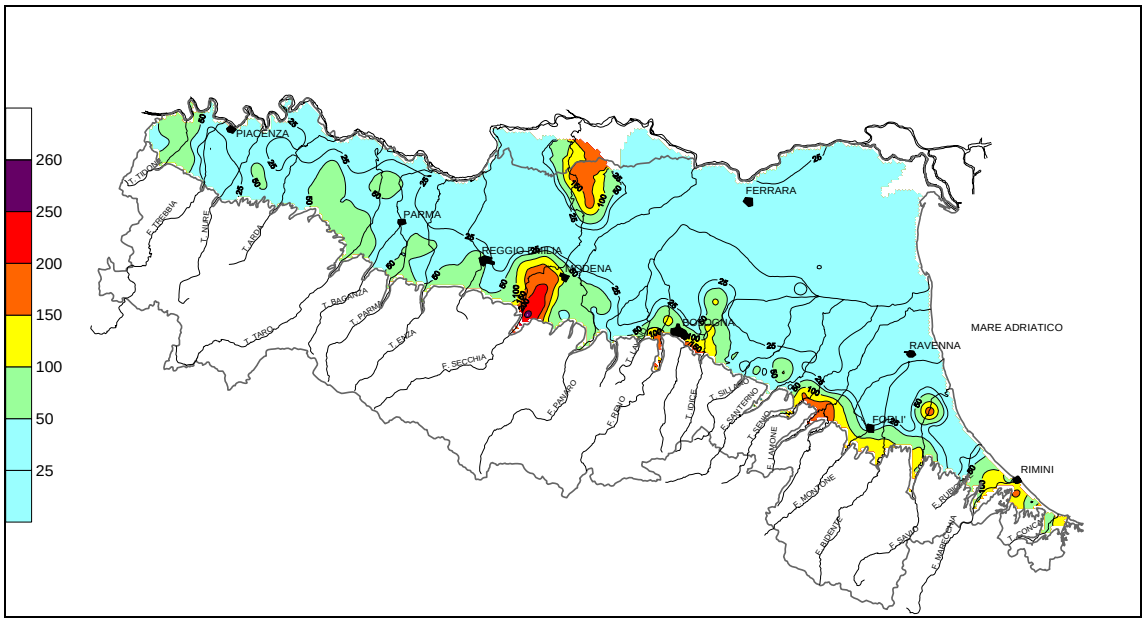

Figura 3: Solfati - anno 1998 (mg/l)

2.1.4. Ione Ammonio

La distribuzione dell'ammoniaca, intesa come azoto ammoniacale, nelle acque sotterranee della pianura emiliano-romagnola (Fig. 4), risente ampiamente del quadro evolutivo naturale delle acque, indicando chiaramente quindi la sua origine profonda e non la presenza di inquinamento recente. Quando l'azoto giunge in falda, solo in condizioni ossidate, si presenta sotto la forma nitrica (nitrati). Anche nel caso in cui le infiltrazioni siano date da azoto ammoniacale, esso si trasforma in poco tempo in nitrati. L'ammoniaca, come si può vedere nell'elaborato cartografico, è praticamente assente nelle aree di alta pianura, nelle quali si riscontrano le maggiori concentrazioni di nitrati, mentre è presente in elevate concentrazioni nella medio-bassa pianura, dove si hanno le acque sotterranee più antiche e più protette dagli inquinamenti superficiali.

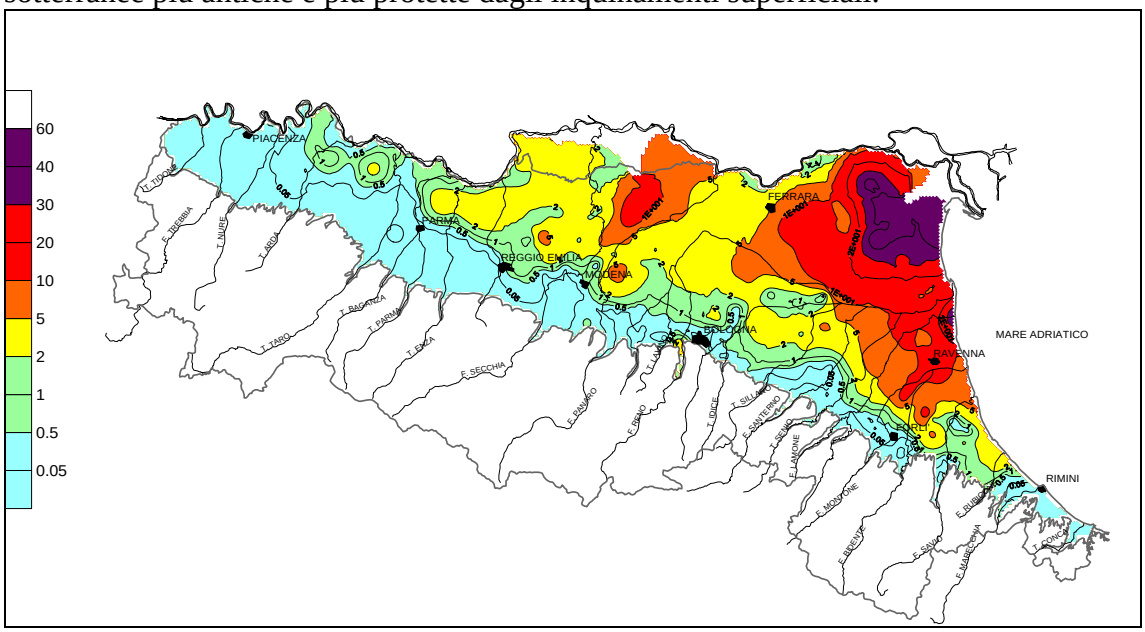

Figura 4: Azoto ammoniacale - anno 1998 (mg/l)

2.1.5. Ferro

Le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero condizionano la presenza nelle acque sotterranee del ferro, che compare in consistenti concentrazioni dove l'acquifero diventa confinato e dove le acque tendono ad evolversi chimicamente (Fig. 5). In molti casi le analogie con l'ammoniaca sono evidenti, come al passaggio tra l'alta e la media pianura. Nella bassa pianura mentre l'ammoniaca aumenta costantemente, il ferro, pur presente in elevate concentrazioni, si distribuisce in modo più discontinuo, anche perché influenzato dal sequestro operato dai ferrobatteri.

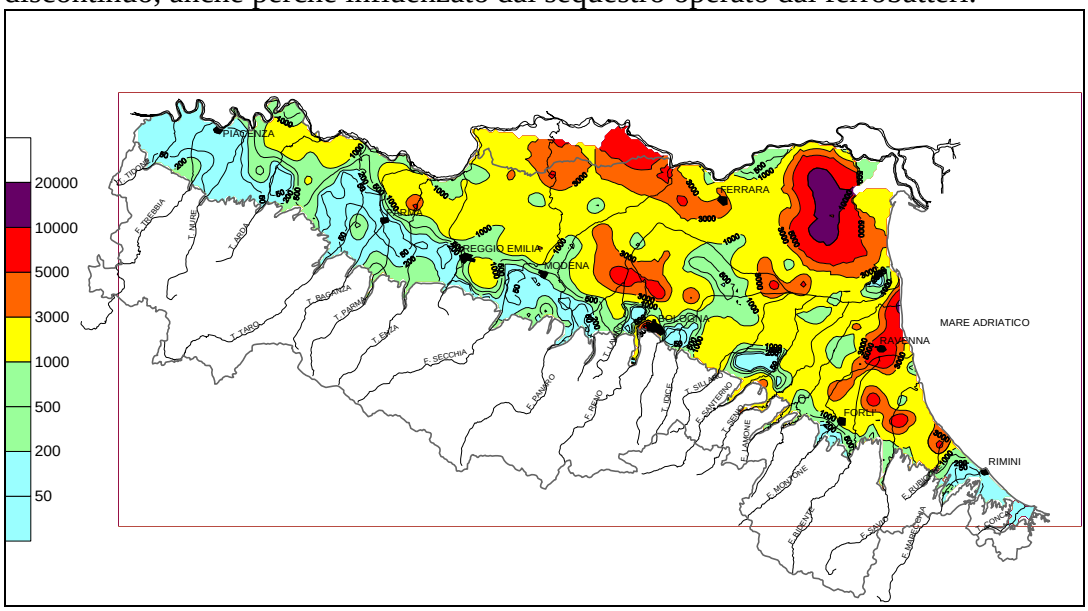

Figura 5: Ferro totale – distribuzione media nel periodo 1988/1998 (µg/l)

2.1.6. Manganese

Il manganese presenta un comportamento molto simile a quello del ferro (Fig. 6).
La principale particolarità del manganese è data da una distribuzione areale ancora più discontinua di quella già osservata per il ferro. Il manganese inoltre, dopo le maggiori concentrazioni riscontrate nella media pianura, tende di norma a diminuire verso la bassa pianura.

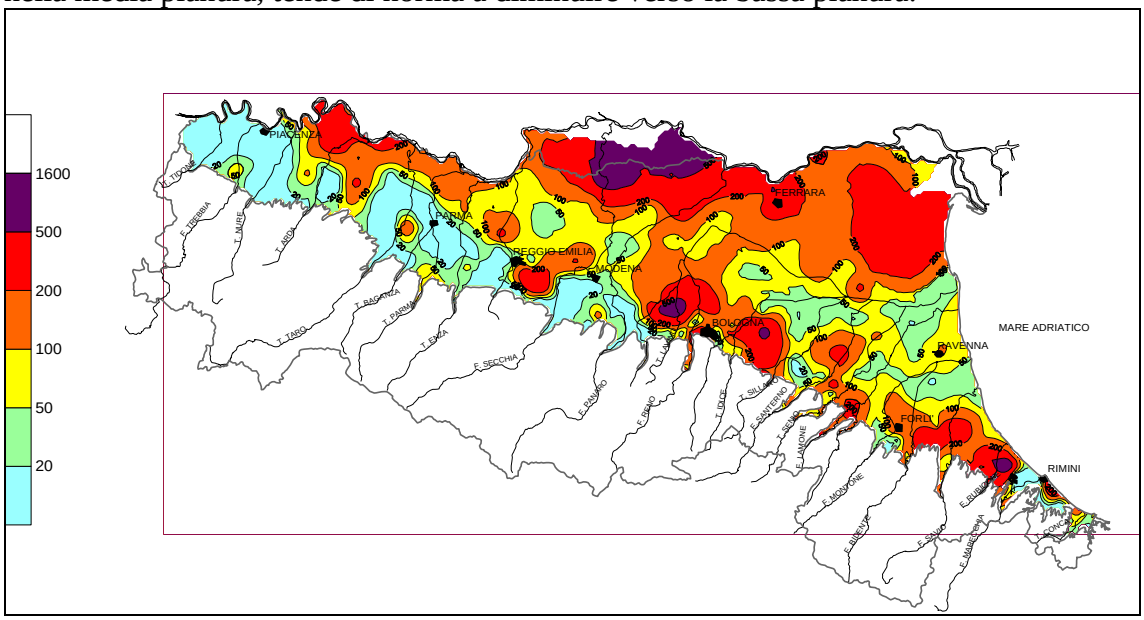

Figura 6: Manganese – distribuzione media nel periodo 1988/1998 (µg/l)

2.1.7. Arsenico

All'inizio degli anni '90, a seguito di una serie di segnalazioni che hanno indicato la presenza di arsenico nelle acque sotterranee della bassa pianura emiliana e romagnola, è stata attivata una ricerca (coordinata dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche – CNR), sulla intera pianura emiliano-romagnola, che ha portato ad inserire l'arsenico tra i parametri chimici da rilevare sulla esistente rete regionale di controllo delle acque sotterranee.
La ricerca ha evidenziato che le presenze di arsenico (Fig. 7) localmente anche con punte superiori al limite di potabilità (50 µg/l), si sono verificate per cause non riconducibili ad inquinamento antropico.

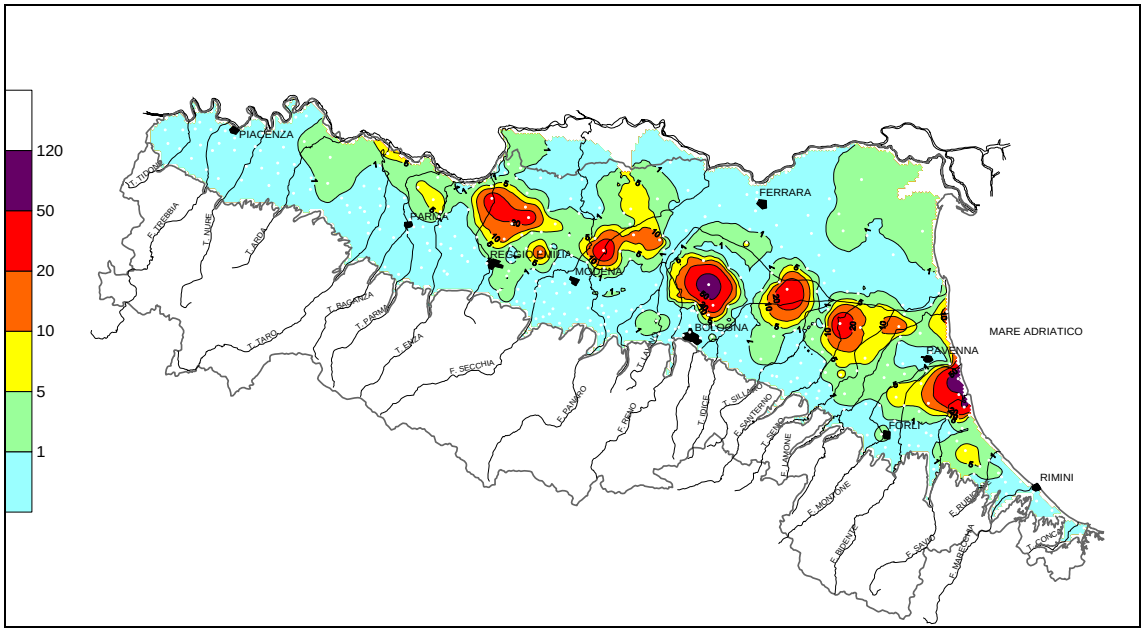

Figura 7: Arsenico – distribuzione media nel periodo 1990/1998 (µg/l)

2.2. Fattori antropici

Il più importante fattore antropico riconosciuto che influisce negativamente sulla qualità dell'acquifero sotterraneo è dato dai carichi di azoto. L'impatto delle attività antropiche sugli aspetti quantitativi della risorsa è in stretto rapporto con i prelievi di acque sotterranee che sono largamente responsabili, nella realtà emiliana, del fenomeno della subsidenza.

2.2.1. Carichi di azoto

L'uso dei fertilizzanti chimici ha contribuito in maniera determinante allo sviluppo della moderna agricoltura, ormai fortemente dipendente dai nutrienti per mantenere gli attuali standard di produttività. Tra i principali effetti ambientali negativi generati dall'agricoltura sono spesso citati quelli legati all'uso eccessivo e improprio dei nutrienti chimici che ha portato all'accumulo di nutrienti nei suoli, alterandone le proprietà fisiche e chimiche. Inoltre, con meccanismi diversi da

elemento a elemento e in funzione di numerosi fattori, quali tipo di suolo e di coltura, sistema di drenaggio, dosi, modalità e periodi di fertilizzazione, essi possono contaminare le acque superficiali e/o profonde, soprattutto con nitrati e fosfati, determinando a volte, nel caso delle acque superficiali, fioriture algali massive (processi di eutrofizzazione).
La concentrazione nelle acque di falda dell'azoto nitrico dipende prevalentemente da fenomeni diffusi come l'uso di fertilizzanti azotati in agricoltura (Fig. 8), dallo smaltimento di reflui zootecnici, dalle perdite di reti fognarie ma anche da scarichi puntuali di reflui urbani ed industriali.

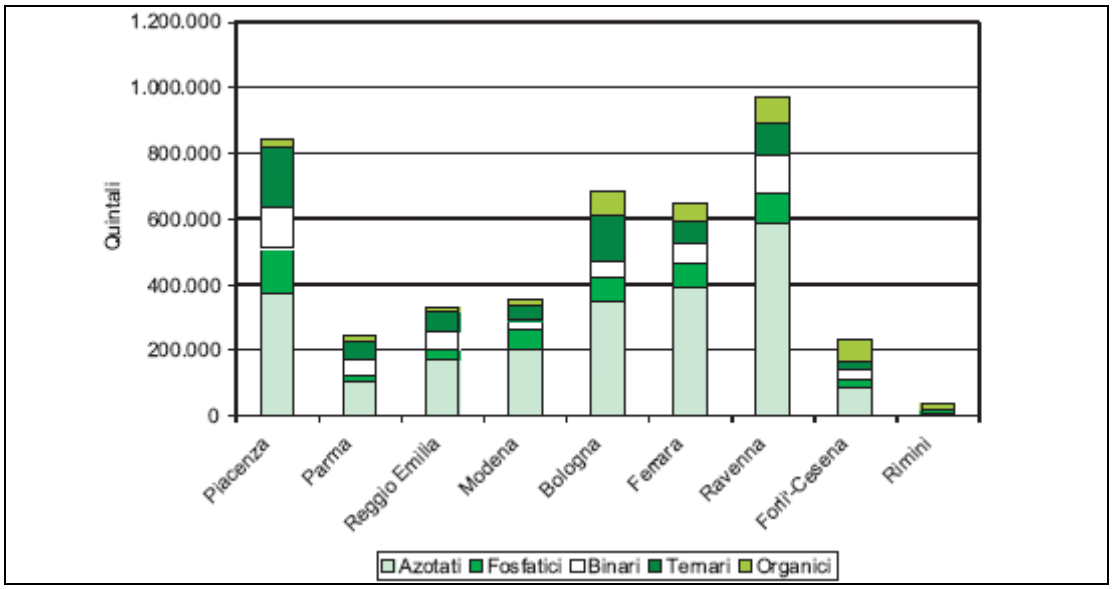

Figura 8: Concimi distribuiti annualmente per provincia (anno 2001)

La presenza di nitrati nelle acque sotterranee e la loro continua tendenza all'aumento è uno degli aspetti più preoccupanti dell'inquinamento delle acque sotterranee. I nitrati sono ioni molto solubili, difficilmente immobilizzabili dal terreno, che percolano facilmente nello spessore del suolo raggiungendo quindi l'acquifero. Il limite nazionale sulla presenza di nitrati nelle acque di falda, definito dal DLgs 152/99, è pari a 50 mg/l, coincidente con il limite delle acque potabili (DLgs 31/01).
In figura 9 sono cartografate a livello regionale le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola ai sensi della L.R. 50/95.
La distribuzione dei nitrati è stata ricostruita grazie ai dati provenienti dal monitoraggio eseguito nel 2004 (Fig. 10). Come è noto, la contaminazione da nitrati si concentra nelle zone di conoide alluvionale, senza interessare le aree di piana alluvionale appenninica (limi sabbiosi e argillosi depositatisi a valle dei conoidi dai corsi d'acqua appenninici) e padana (sabbie di deposizione del Fiume Po). Le aree interessate dall'inquinamento, con valori anche superiori al limite di 50 mg/l, sono presenti sui conoidi Taro, Parma, Tiepido, Panaro, Samoggia e sui conoidi romagnoli. Recenti fenomeni di contaminazione interessano alcune porzioni di piana alluvionale padana, sia nell'area parmense che nell'area modenese. Tali dati non presentano significatività geostatistica e pertanto non sono inseriti nell'elaborazione.

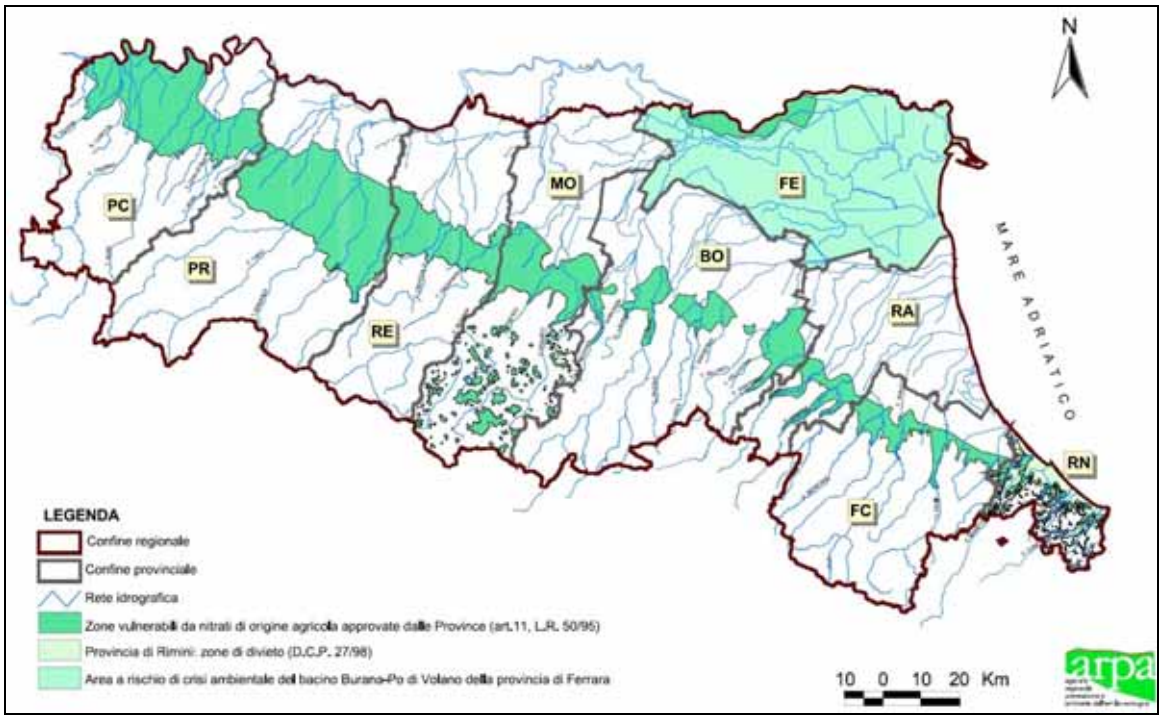

Figura 9: Zone vulnerabili da nitrati (estratto da Piano di tutela delle acque dell'Emilia-Romagna)

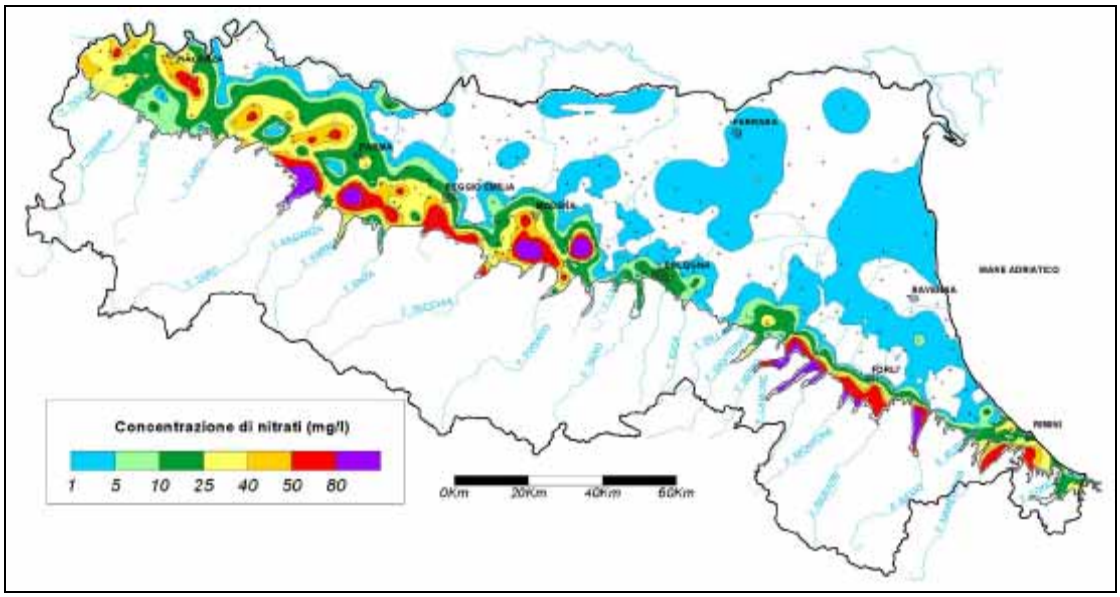

Figura 10: Concentrazione di nitrati (mg/l), dati anno 2004, valori medi del periodo

2.2.2. Prelievi di acque sotterranee

I prelievi dalle falde sono consistenti per le 4 province emiliane centro occidentali e per Bologna, mentre risultano molto più contenuti per Ferrara e le province della Romagna. In effetti, mentre per queste ultime la rete acquedottistica è alimentata da acque superficiali (Po e invaso di Ridracoli), da Piacenza a Bologna il rifornimento avviene per la quasi totalità dalle falde soprattutto nelle zone delle conoidi alluvionali. Inoltre, da Parma a Bologna è concentrata l'industria maggiormente idroesigente.

I consistenti prelievi da falda inducono forti anomalie nell'andamento della superficie piezometrica in quasi tutte le conoidi alluvionali, con la massima evidenza nel modenese e bolognese (Fig. 11).

Questo aspetto è molto preoccupante in quanto le depressioni sono consistenti proprio nelle zone dove invece l'acquifero profondo si ricarica. Questa situazione era già presente al momento dell'istituzione della rete di monitoraggio nel 1976 e analizzando in figura 12 i trend di lungo periodo della piezometria questo fenomeno non viene evidenziato, anzi in molte zone dove è presente la depressione piezometrica la tendenza è quella di un leggero innalzamento delle falde. Restano in leggero abbassamento le falde della zona occidentale della regione anche nelle unità idrogeologiche di piana alluvionale.

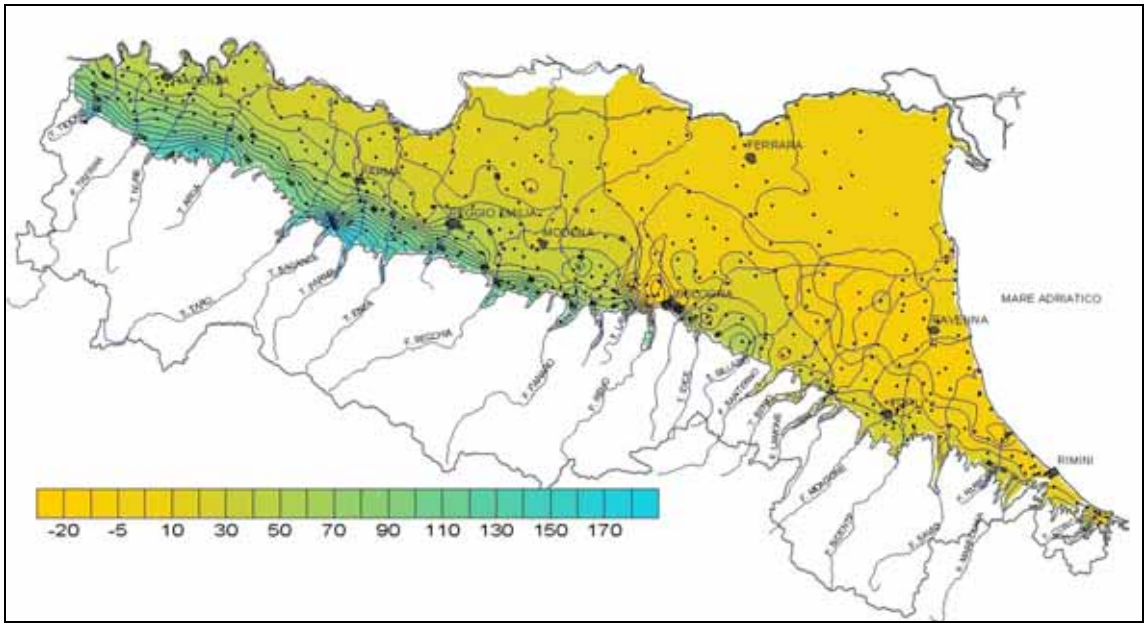

Figura 11: Carta della piezometria media (m s.l.m.) – anno 2003

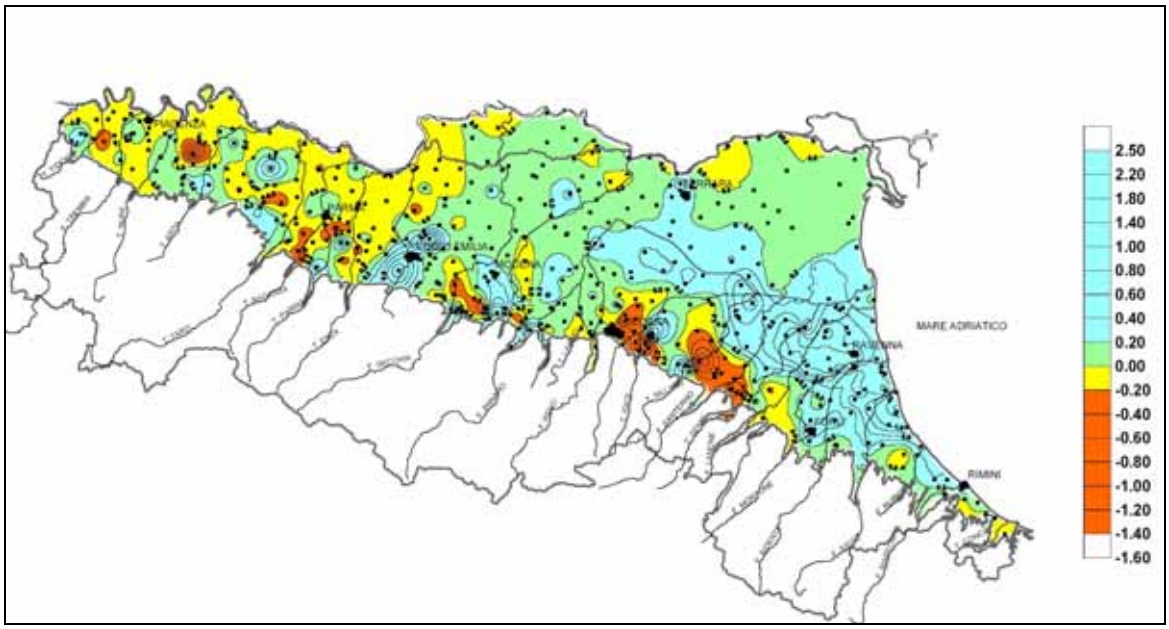

Figura 12: Carta del trend piezometrico (m/anno) – periodo 1976-2002

3. Lo stato ambientale dei corpi idrici sotterranei

Lo stato ambientale o quali-quantitativo delle acque sotterranee viene determinato attraverso la valutazione congiunta del grado di sfruttamento della risorsa idrica (classificazione quantitativa) e l'analisi di parametri chimico-fisici (classificazione chimica).
Prima di descrivere lo stato ambientale occorre definire lo stato chimico o qualitativo delle acque sotterranee che si basa sulle concentrazioni medie di alcuni parametri chimico-fisici di base ed addizionali e valutando con pesi diversi quello che determina le condizioni peggiori. Lo stato chimico viene descritto in 5 classi secondo lo schema dato dal D.Lgs.152/99 (Tabella 5).

Tabella 5: Definizione delle classi di stato qualitativo o stato chimico delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs. 152/99

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.

La rappresentazione cartografica dello stato chimico evidenzia in modo sintetico le zone sulle quali insiste una maggiore o minore criticità ambientale dal punto di vista qualitativo. La classificazione è effettuata non solo analizzando singolarmente la distribuzione sul territorio degli inquinanti che derivano dalle attività antropiche, ma anche correlando questa con la distribuzione di parametri chimici di origine naturale che, per elevate concentrazioni dovute principalmente alle caratteristiche intrinseche dell'acquifero, possono compromettere l'utilizzo delle acque stesse. L'evoluzione dello stato chimico aiuta a individuare gli impatti antropici sui corpi idrici sotterranei al fine di rimuoverne le cause e/o prevenirne il peggioramento.
In figura 13 è possibile osservare lo stato qualitativo dei singoli punti di monitoraggio da cui deriva poi lo stato chimico dei corpi idrici. Le condizioni di classe 4 (impatto antropico significativo) sono diffuse sul territorio regionale nelle conoidi alluvionali, a seguito delle presenza di composti azotati, a cui si associa una contaminazione da solventi clorurati di origine industriale. I composti azotati sono ubiquitari, con livelli particolarmente significativi nel parmense e nel modenese; i composti clorurati sono presenti in particolare nel modenese, nel bolognese e in misura minore nel parmense. Anche le condizioni di classe 3 (acque con segnali di compromissione), dovute a composti azotati, sono marcatamente presenti nelle conoidi emiliane.
La presenza di stazioni di misura in classe 2 (impatto antropico ridotto), corrispondente ad acque di buona qualità, è tipica del sottosuolo delle conoidi maggiori, nelle porzioni apicali o prossime a corpi idrici che diluiscono gli inquinanti eventualmente presenti. Rare stazioni in classe 1 (impatto trascurabile) sono presenti in prossimità del Torrente Baganza. Un'abbondante presenza di stazioni in classe 0 (caratteristiche naturali scadenti) è ampiamente diffusa nei depositi di piana alluvionale e nelle conoidi romagnole, caratterizzate da scarsa circolazione delle acque, e anche per una scarsa dimensione dei serbatoi.

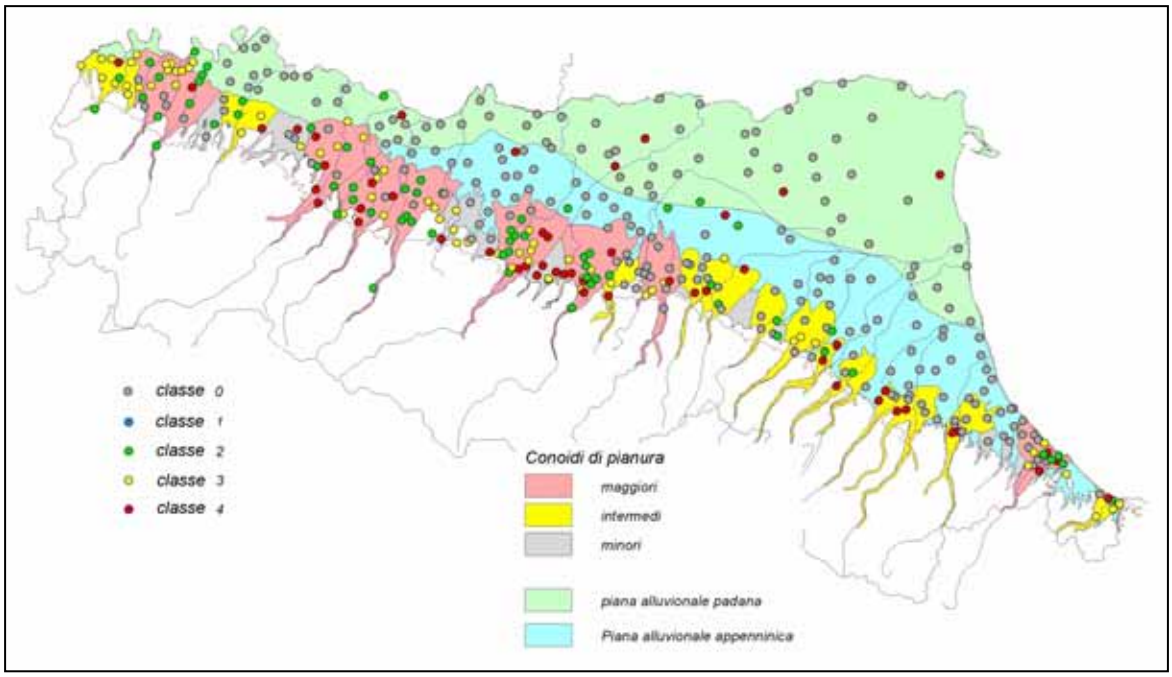

Fig. 13- Classificazione qualitativa – stato chimico – delle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna (anno 2002).

Lo stato quantitativo delle acque sotterranee sintetizza quelle che sono le alterazioni, misurate o previste, delle condizioni di equilibrio idrogeologico di un corpo idrico, definite come condizioni nelle quali le estrazioni o le alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili per il lungo periodo (almeno 10 anni). Viene determinato sulla base delle caratteristiche dell'acquifero (tipologia, permeabilità, coefficienti di immagazzinamento) e del relativo sfruttamento degli acquiferi (tendenza piezometrica e della portata, prelievi).
Lo stato quantitativo viene descritto in 3 classi definite nella tabella 6 secondo lo schema del D.Lgs.152/99. Si trascura in questo caso la quarta classe (D) definita dal D.L.gs. 152/99 come impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica, in quanto non riscontrabile ad oggi per gli acquiferi dell'Emilia-Romagna.

Tabella 6: Definizione delle classi di stato quantitativo delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs. 152/99

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.

Lo stato quantitativo della risorsa descrivendo le caratteristiche intrinseche di potenzialità dell'acquifero nonché quelle idrodinamiche e quelle legate alle capacità di ricarica evidenzia lo stato di sfruttamento e la disponibilità delle risorse idriche sotterranee in un'ottica di sviluppo

sostenibile e compatibile con le attività antropiche. Può quindi essere utilizzato a supporto della pianificazione e per una corretta gestione della risorsa idrica (Fig. 14).

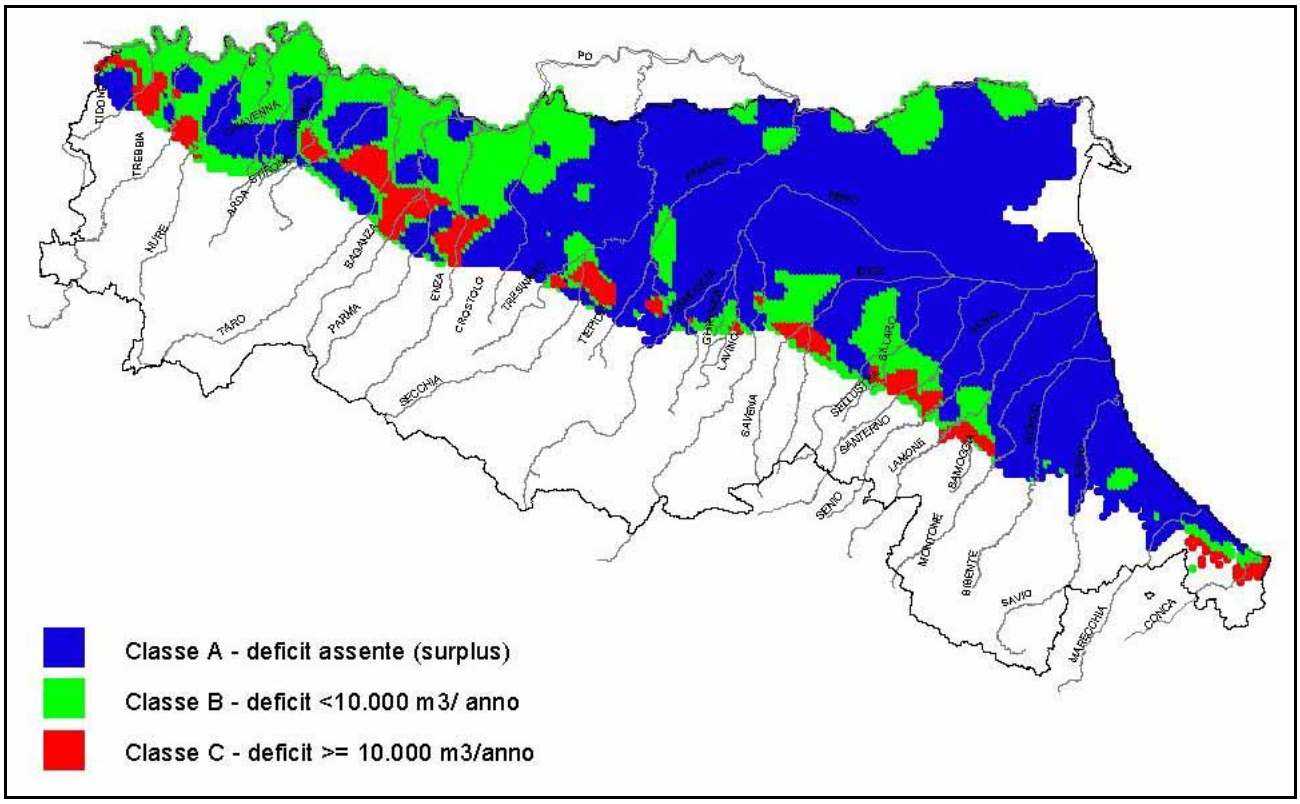

Fig. 14 - Classificazione quantitativa delle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna (anno 2002).

Lo stato ambientale, descritto come lettura congiunta tra classificazione qualitativa e quantitativa, viene definito in 5 classi definite in tabella 15 secondo lo schema del D.Lgs.152/99 (Tabella 7).

Tabella 7: Definizione delle classi di stato ambientale delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs. 152/99

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

Lo stato ambientale definisce quindi una visione integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi, partendo dal presupposto che l'analisi della complementarietà dei due aspetti sia essenziale per la corretta gestione della risorsa. Esso costituisce un valido supporto per la valutazione ed il

monitoraggio della risposta del sistema ad azioni/regolamentazioni di carattere pianificatorio principalmente volte alla sostenibilità dell'uso della risorsa sul lungo periodo.
In figura 15 è possibile osservare lo stato ambientale dei singoli punti di monitoraggio della rete regionale in cui si evidenzia che lo stato scadente si rileva laddove sono state riscontrate condizioni chimiche scadenti per forte impatto antropico o dove risulta critica la situazione di deficit idrico. In molte aree si risconta infatti che lo stato scadente è dovuto a classi chimiche 4 in presenza di classi quantitative A e, viceversa, di classi qualitative buone in presenza di forti deficit idrici. Caratteristico della pianura alluvionale appenninica e padana è lo stato particolare derivante per la totalità dei casi da condizioni naturali scadenti dello stato qualitativo.

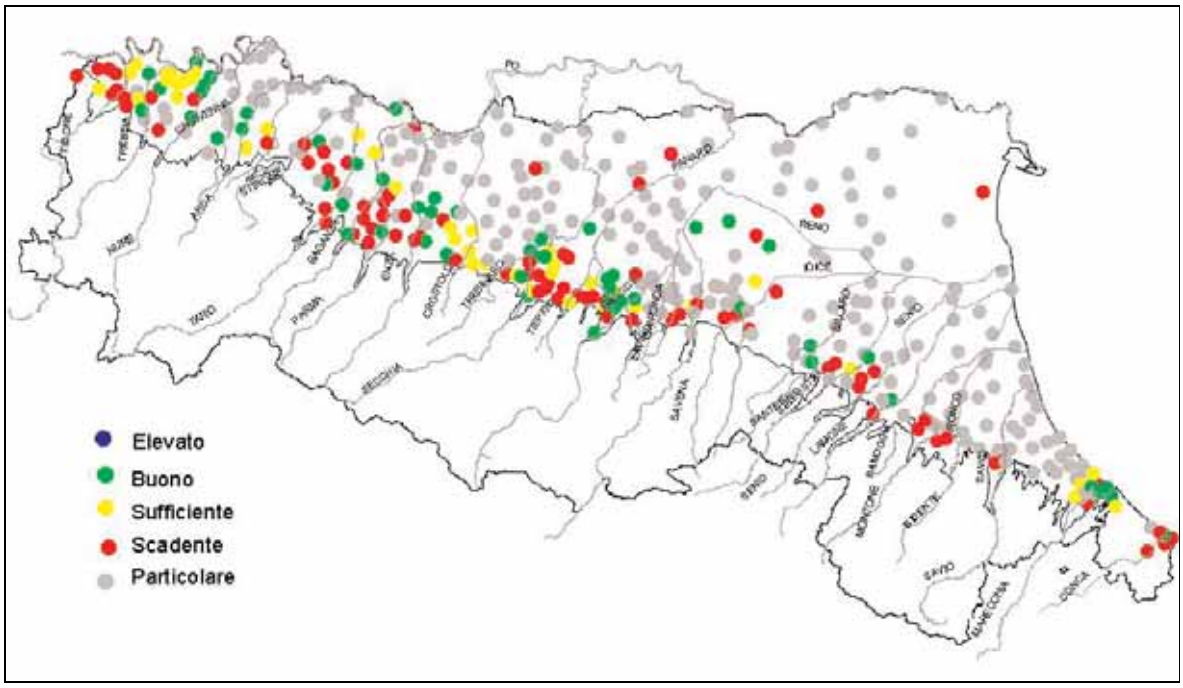

Figura 15: Stato ambientale delle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna (anno 2002).

3.1. Criteri per 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 lettura congiunta delle due classificazioni precedenti.

3.1.1. La classificazione qualitativa

Il D.Lgs. 152/99 e s.m.i. definisce 5 classi qualitative (v. tabella 8) individuate in funzione dei valori di concentrazione di sette parametri chimici di base. La classificazione è determinata dal valore peggiore di concentrazione riscontrato nelle analisi dei diversi parametri di base.
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 9. In particolare il superamento della soglia riportata per ogni singolo inquinante, sia inorganico che 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.
In realtà la situazione si presenta a volte complessa soprattutto quando si verificano casi in cui un parametro indirizza la classificazione verso la classe 0 (ad esempio il ferro), mentre all'opposto un

altro parametro la indirizza verso la classe 4 (ad esempio i nitrati). In questi casi si opera come di seguito indicato:
quando i nitrati superano i valori di 50 mg/l, l'attribuzione è di classe 4, così come superando la soglia di 25 mg/l, la classe da attribuire alle acque sotterranee è la classe 3, anche se si presentano uno o più parametri indicatori di classe 0; analogamente, per quanto attiene i metalli (se è appurata un'origine antropica) e i composti organici, in caso di superamento dei valori soglia indicati nella tabella 9, si attribuisce alle acque sotterranee la classe 4, anche se sono presenti uno o più parametri indicatori di classe 0.
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.

Tabella 8: 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 el. (20°C)	microS/cm	≤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 NO3	≤ 5	≤25	≤50	> 50	
Solfati	mg/l di SO4	≤ 25	≤250	≤250	>250	>250
Ione ammonio	mg/l di NH4	≤ 0.05	≤0.5	≤0.5	>0.5	>0.5

Tabella 9: 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 (1)	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 (2)	0.1
Nichel	≤20	Benzo (a) pirene	0.01
Nitriti	≤500		
Piombo	≤10		
Rame	≤1000		
Selenio	≤10		
Zinco	≤3000		

3.1.2. 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 e individua 4 (3) classi (v. tabella 6). 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.
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

3.1.3. Lo stato ambientale

Lo stato ambientale delle acque sotterranee è definito dalle cinque classi riportate in tabella 7; esse vengono determinate attraverso la sovrapposizione, guidata in base ai contenuti della tabella 10, delle cinque classi di qualità riportate in tabella 5 con le quattro classi di quantità riportate in tabella 6.
In tabella 10 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. 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.
L'attribuzione dello stato ambientale per i singoli corpi idrici sotterranei viene spesso rappresentata con istogrammi che riportano in percentuale, le numerosità per ogni data classe rispetto al totale.

Tabella 10: 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

4. Presentazione e discussione dei dati di monitoraggio del quinquennio 2002-2006.

La rete di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei in Provincia di Bologna, rappresentata cartograficamente in figura 16, presenta una evidente e intenzionale distribuzione disomogenea dei punti di prelievo degli acquiferi profondi con una maggiore densità nella zone di conoide alluvionale rispetto alla piana alluvionale appenninica e deltizia padana.

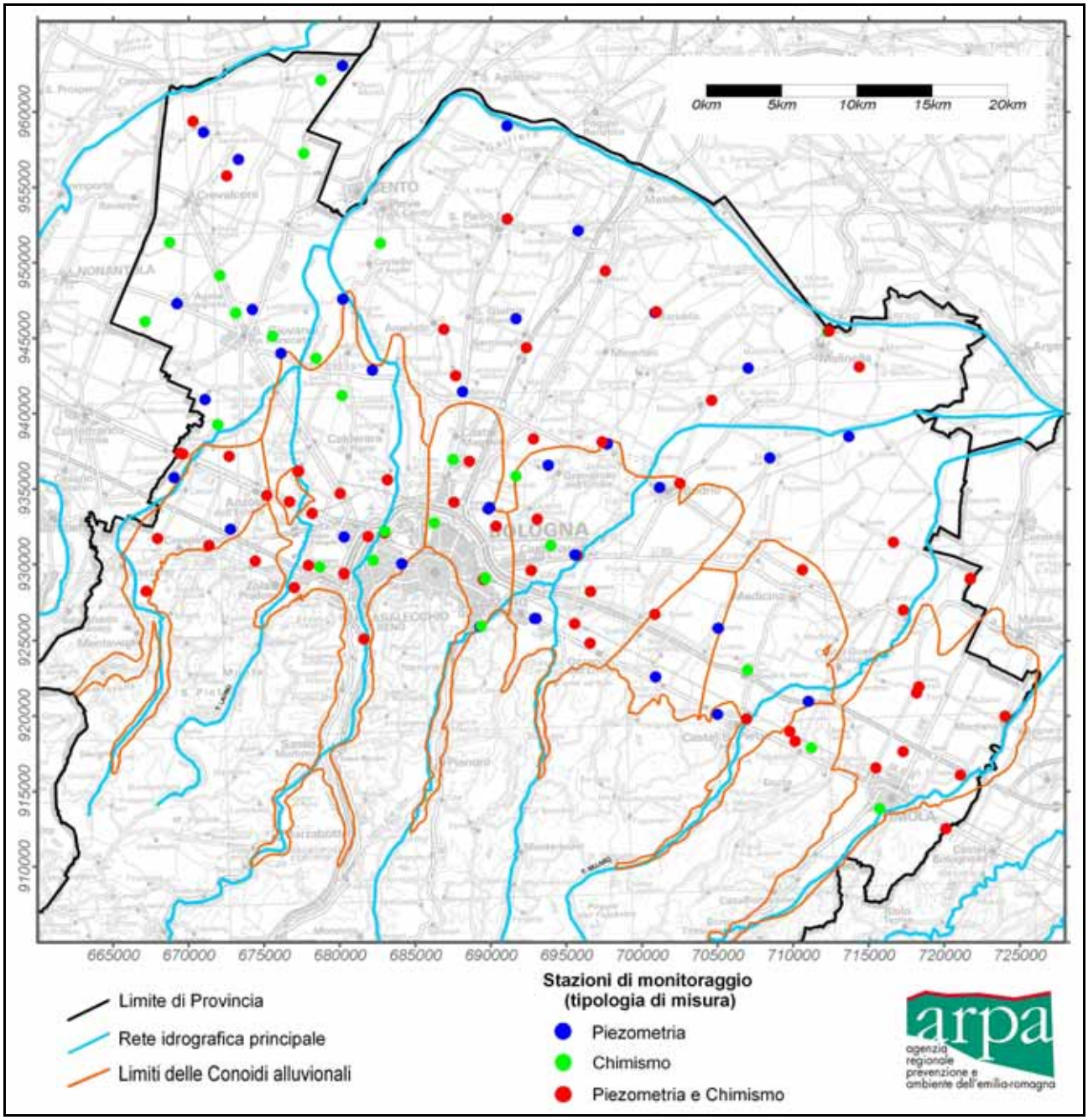

Figura 16: Ubicazione stazioni di monitoraggio della rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee in Provincia di Bologna.

4.1. Lo stato chimico degli acquiferi (2002-2006)

La definizione dello stato chimico per ogni singolo pozzo nella provincia di Bologna porta nel quinquennio 2002-2005 alla distribuzione in classi rappresentata nella sottostante figura 17. Risulta evidente la predominanza della Classe 0 attribuita nella quasi totalità dei casi per le concentrazioni elevate di Ferro, Manganese e Ione Ammonio di origine naturale. Andando negli ambienti di conoide, aventi condizioni meno riducenti, la distribuzione fra classi risulta più equilibrata.

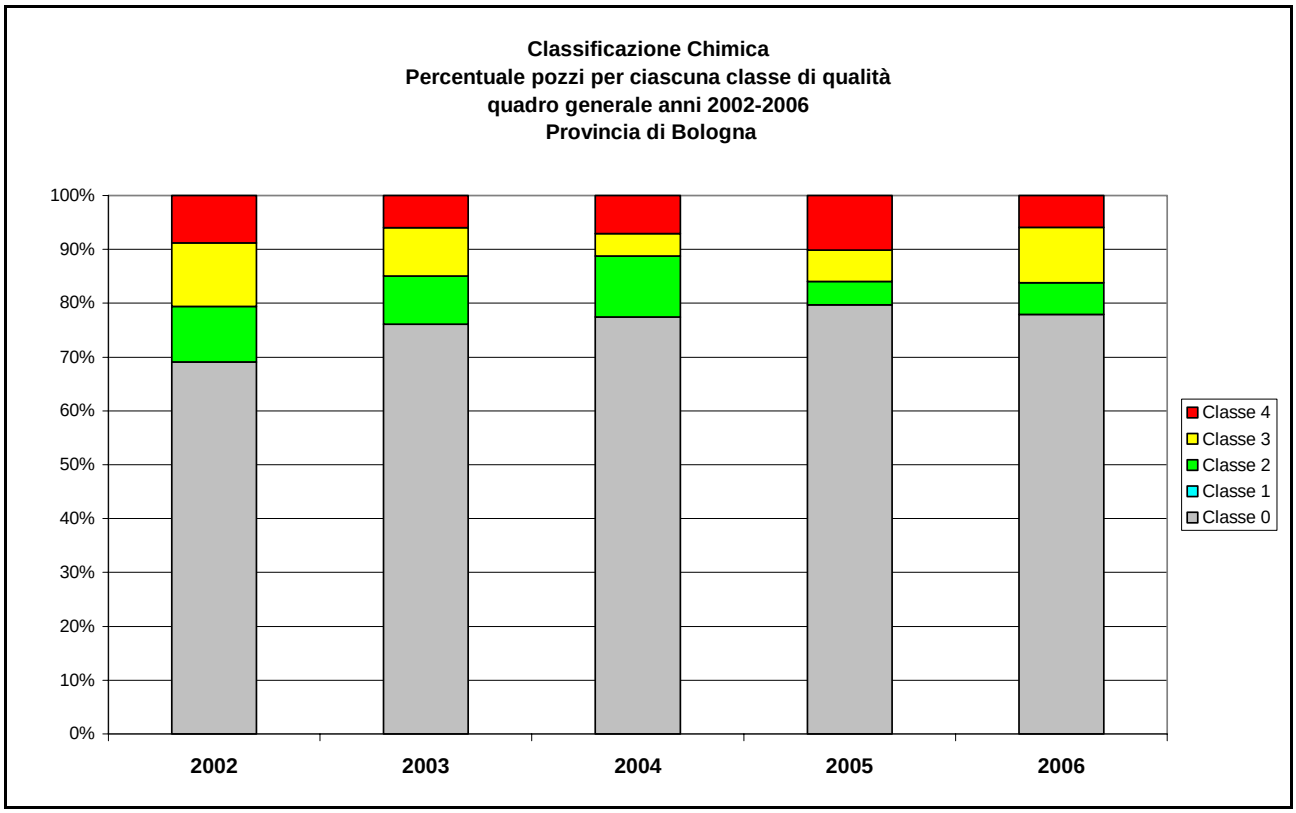

Figura 17. Classificazione chimica. Quadro generale anni 2002- 2006.

Le attribuzioni di Classe 4 si riferiscono ad un solo pozzo (BO30-01) che presenta concentrazioni oltre i limiti di norma di organoalogenati. Il pozzo in questione appartiene alla conoide del fiume Reno e per questo si riporta sotto la distribuzione delle classi di qualità per questo corpo idrico (Fig. 18).

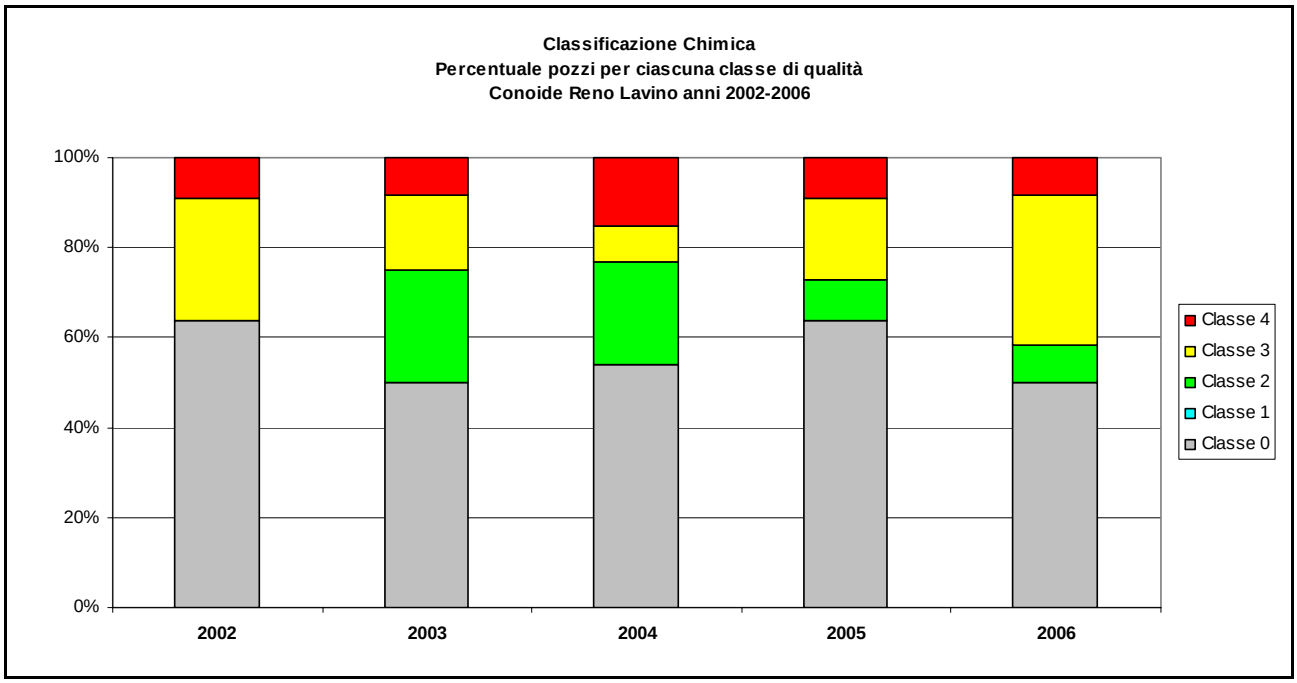

Figura 18. Classificazione chimica conoide Reno Lavino. Anni 2002- 2006.

4.2. Lo stato quantitativo degli acquiferi (2002 e 2005)

Come già evidenziato nel paragrafo 2.2.2, la ricostruzione della piezometria nel territorio provinciale di Bologna (Fig. 19) evidenzia nell'area della conoide del Fiume Reno i minimi valori, addirittura inferiori al livello medio del mare per una consistente porzione della conoide stessa, valori di piezometria che solo nella zona di bassa pianura possono essere considerati come naturali. Ciò fa si che la falda si trovi in condizioni fortemente disturbate ed è il risultato dei prelievi che insistono nella conoide da diversi decenni. La variazione media annua della piezometria - trend della piezometria - calcolato dal 1976 al 2002 (Fig. 20) non descrive questo fenomeno di abbassamento, a testimoniare che l'abbassamento piezometrico è avvenuto prima degli anni '70, ovvero prima dell'istituzione della rete di monitoraggio. Il fiume Reno si presenta quindi idrogeologicamente come scollegato dall'acquifero freatico sottostante, con un insaturo spesso diverse decine di metri.

Se nella conoide del fiume Reno il trend della piezometria non evidenzia abbassamenti, questi sono invece evidenti nella conoide dell'Idice, del Santerno e del Sillaro. La situazione del trend aggiornata all'anno 2005 (Fig. 21) evidenzia valori medi meno accentuati nelle zone critiche già segnalate. Il calcolo del deficit idrico (Fig. 22), tenendo conto del trend piezometrico e dell'immagazzinamento degli acquiferi, evidenzia al 2002 valori critici pari a 4 e 1.75 Mm^3/anno rispettivamente per le conoidi dell'Idice e del Santerno. L'aggiornamento del bilancio idrico al 2005 evidenzia un miglioramento che si traduce in una riduzione del deficit per le due conoidi, rispettivamente pari a 2.28 e 1.05 Mm^3/anno, e in un aumento del surplus per le altre conoidi alluvionali.

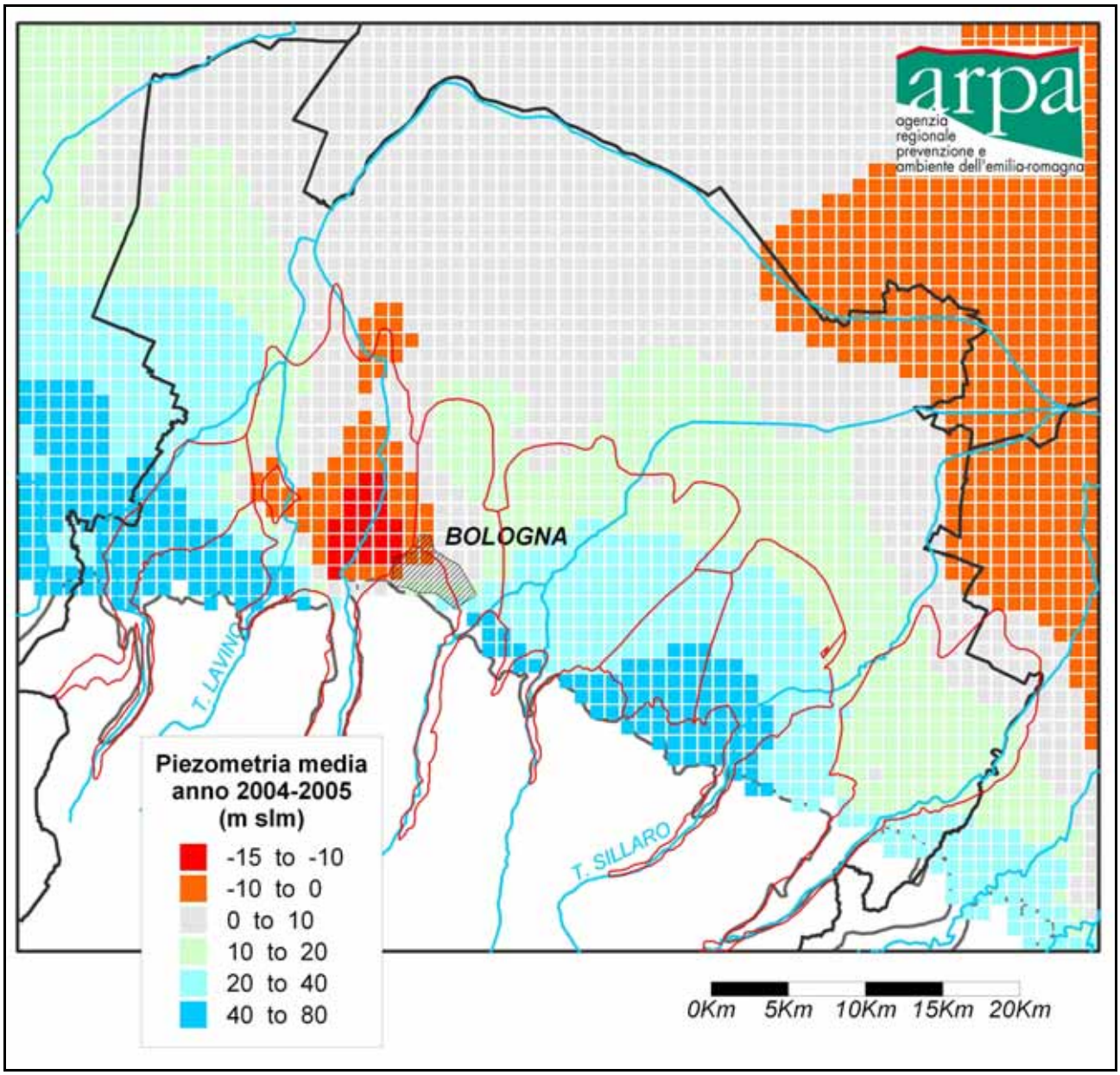

Figura 19: Piezometria media anni 2004 e 2005. Il valore è stato discretizzato su maglia quadrata di lato 1 km.

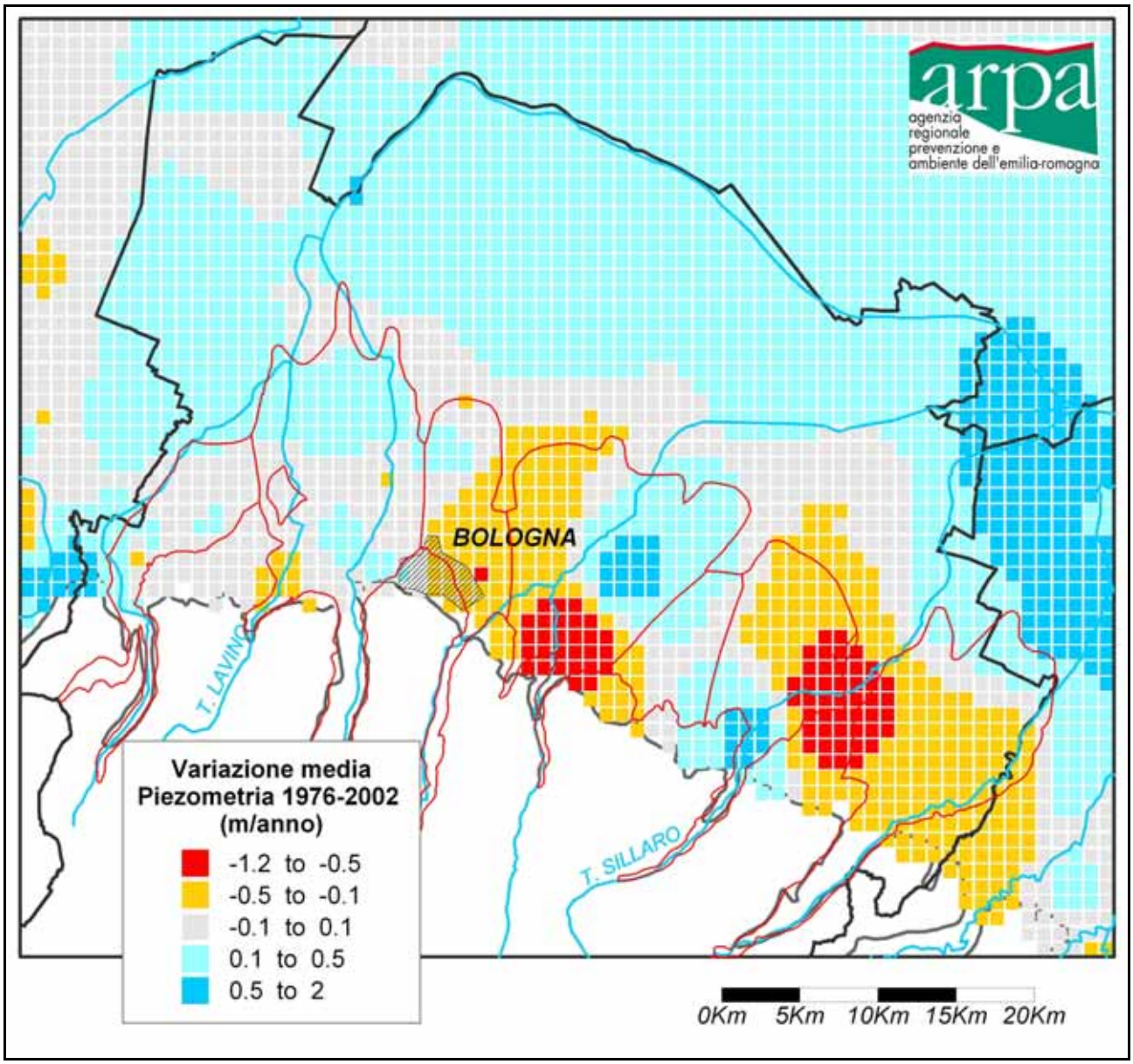

Figura 20: Variazione media della piezometria nel periodo 1976-2002. Il valore è stato discretizzato su maglia quadrata di lato 1 km.

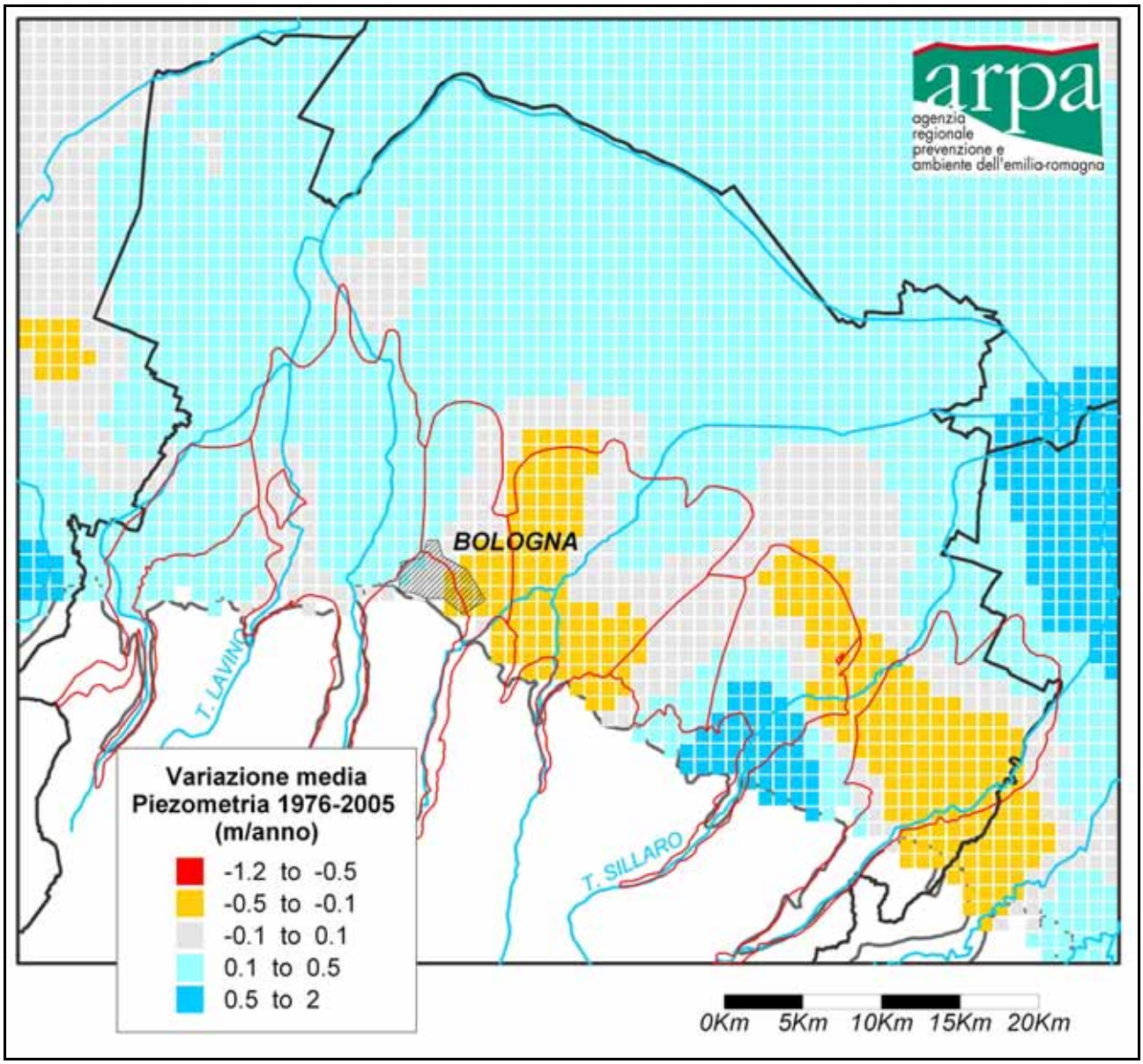

Figura 21: Variazione media della piezometria nel periodo 1976-2005. Il valore è stato discretizzato su maglia quadrata di lato 1 km.

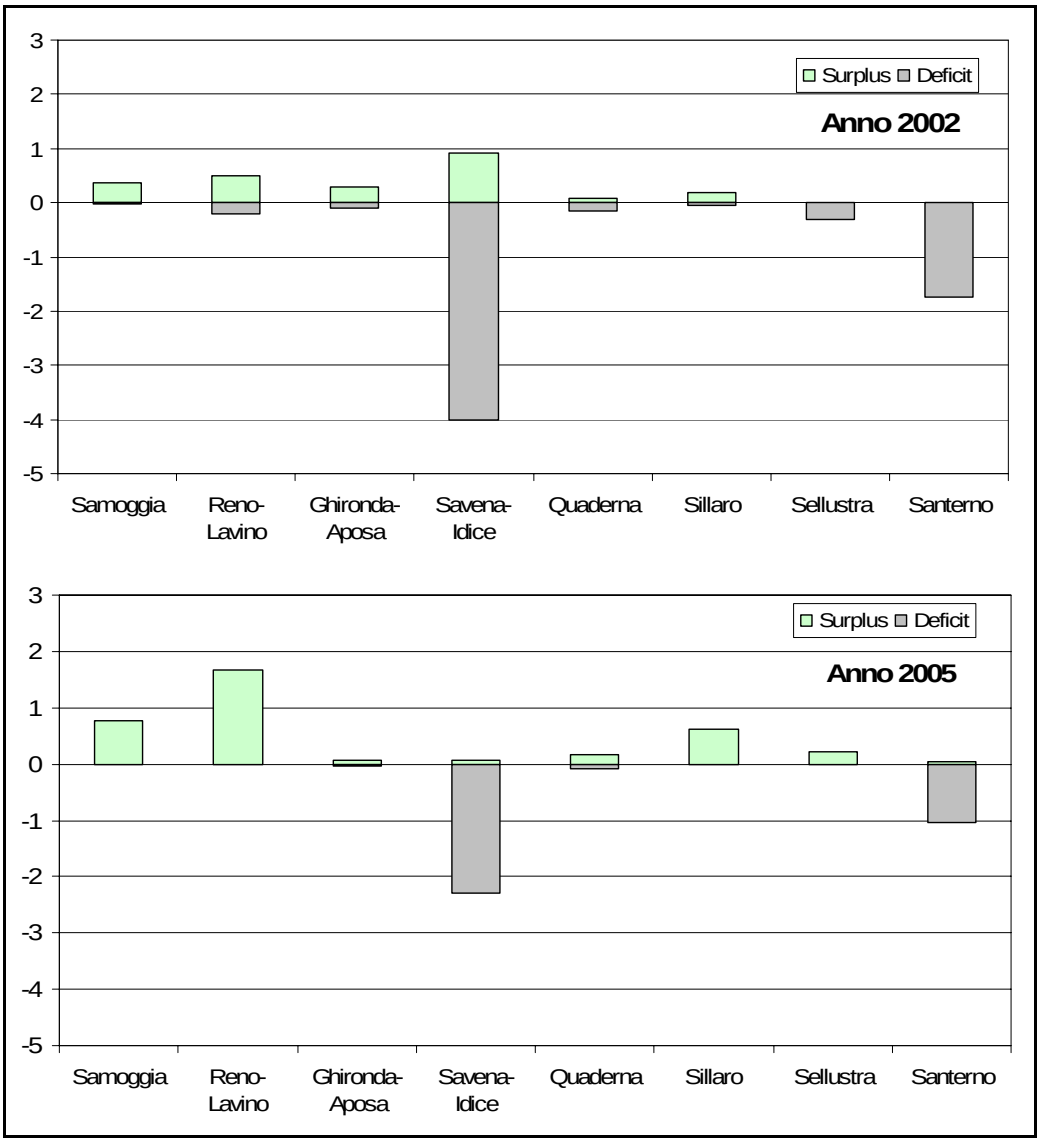

Figura 22: Surplus e deficit idrico delle conoidi alluvionali della Provincia di Bologna espressi in milioni di metri cubi all'anno

4.3. Lo stato ambientale degli acquiferi (2002-2006)

La distribuzione nel periodo 2002-2006 delle classi di qualità ambientale (Figura 23) presenta una forte somiglianza a quella ottenuta per lo stato chimico (Figura 17) per la forte influenza data dalla classe 0 conseguente alle alte concentrazioni di Ferro, Manganese e ione Ammonio presenti negli acquiferi profondi di pianura. In generale si osserva nel quinquennio una riduzione delle classi scadente e buono a fronte di un aumento delle classi sufficiente e particolare per cause di origine naturale.

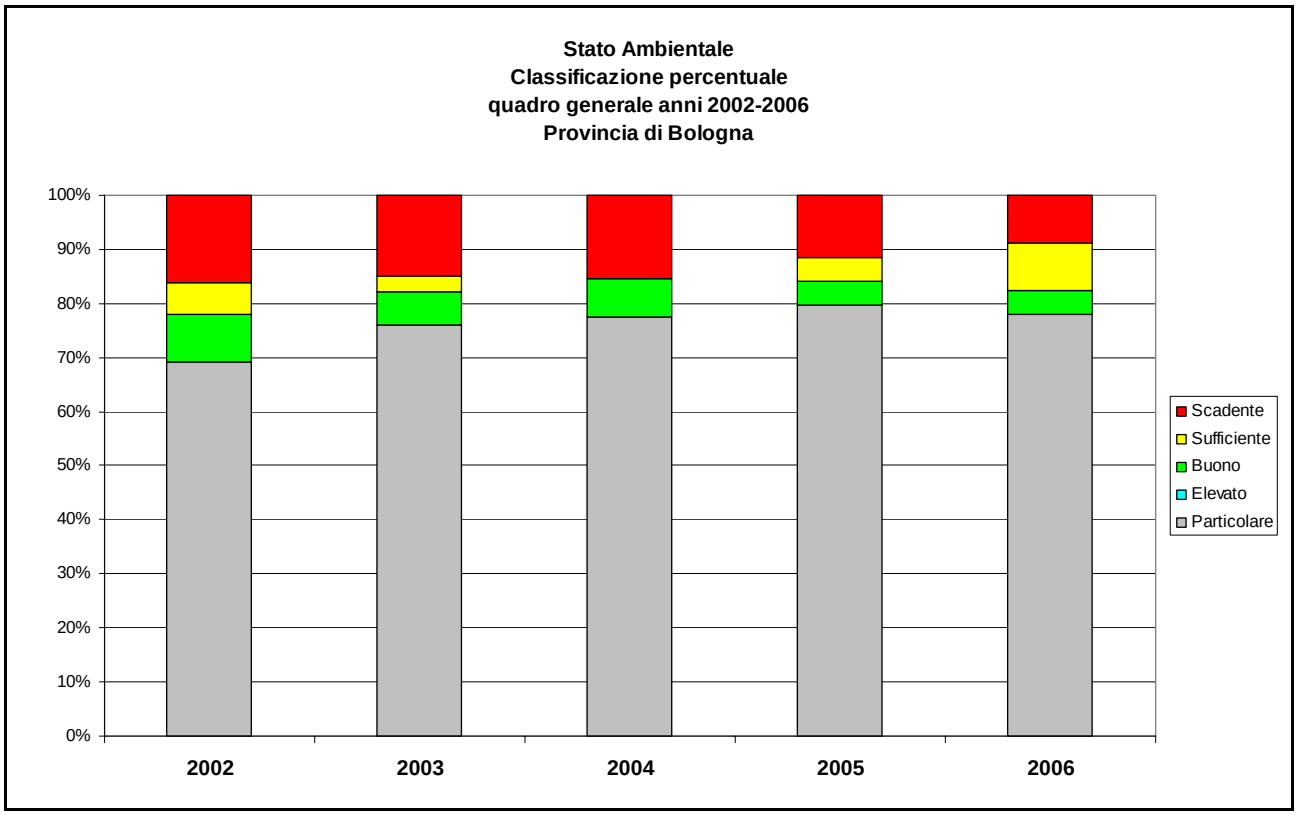

Figura 23. Distribuzione nel periodo 2002-2006 delle classi di qualità ambientale.

5. Qualità delle acque sotterranee rilevata dalla rete – Anno 2006.

Di seguito vengono commentati i principali parametri rilevati nei pozzi della rete per l'anno 2006. Le osservazioni riportate di seguito, in considerazione della lentezza tipica delle modificazioni qualitative degli acquiferi profondi, sono, in linea di massima, estendibili all'intero periodo 2002-2006.

Temperatura
La variazione termica rilevata nel 2006, escludendo valori anormalmente elevati rilevati in un pozzo, oscilla da un minimo di 11.3 °C ad un massimo di 20.3 °C, completamente in linea con quanto rilevato negli anni passati. Questo sottolinea una contenuta escursione termica, indice di un buon equilibrio dinamico degli acquiferi profondi.

Conducibilità elettrica specifica.
Questo parametro, correlato al contenuto salino delle acque, risulta relativamente omogeneo nella Provincia; anche nella bassa pianura non si osservano valori significativamente superiori a 1500 µS/cm.

Durezza
Si attesta mediamente su valori compresi tra 35 e 40°F.

Solfati e Cloruri
Questi due parametri presentano un andamento analogo: nell'areale della provincia di Bologna si osservano valori contenuti, ascrivibili alle Classi 1 e 2 della Classificazione dei parametri di base.
I valori più elevati dei Solfati sono concentrati nelle conoidi Savena e Reno-Lavino in relazione alla presenza a monte di substrati gessosi.

Composti azotati
Le procedure di classificazione delle acque sotterranee, in base al D. Lgs. 152/99, assegnano una particolare importanza al parametro nitrati al fine della valutazione dello "stato ambientale" delle acque. 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. Nella provincia di Bologna le concentrazioni di nitrati nelle falde profonde sono generalmente basse: nel 2006 in soli due pozzi (nei comuni di Imola e Ozzano) sono stati superati i 50 mg/l.
La presenza di Azoto ammoniacale, di origine non antropica, è tipica della bassa pianura dove gli acquiferi sono confinati e caratterizzati da condizioni riducenti. Le concentrazioni a volte sono piuttosto elevate, fino a 10 mg/l.

Ferro e Manganese
La presenza di entrambi gli elementi è correlata alle condizioni di basso potenziale redox: livelli significativi di questi metalli sono tipici della media e bassa pianura ricomprendendo anche la porzione di conoide distale, spesso in associazione all'ammoniaca.

Arsenico
La presenza di Arsenico, di origine naturale e quindi non antropica, si riscontra in concentrazioni fino a 90 µg/l in aree della pianura alluvionale appenninica e padana, ma anche, con concentrazioni

minori, nelle porzioni distali delle conoidi del Samoggia e del Panaro in associazione a Fe, Mn e ione ammonio.

Composti organo-alogenati volatili.
La presenza di queste sostanze è correlata alle attività antropiche industriali-artigianali. L'areale di distribuzione è tipicamente pedecollinare. Dai dati 2006 si riscontrano le concentrazioni più significative nelle conoidi alluvionali del Reno-Lavino e di Savena-Idice. In particolare si segnala la presenza di trielina e tetracloroetilene.

Fitofarmaci: Della settantina di principi attivi ricercati nelle stazioni a screening completo non sono mai state rilevate concentrazioni superiori al limite di soglia strumentale, compreso tra 0.01 e 0.05 μg/l.

Metalli pesanti
La ricerca di metalli quali Cadmio, Cromo, Cobalto, e Mercurio non ha mai concentrazioni superiori al valore soglia della tabella 21 dell'allegato 1 del D.Lgs. 152/99. Dette soglie si collocano ben al di sopra dei livelli di attenzione sia ambientale che sanitaria. Per quanto attiene a Piombo e Nichel normalmente si osservano nella quasi totalità dei prelievi concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità analitica. Basse concentrazioni si riscontrano invece in zona di area pedemontana industrializzata.

La figura 24 sintetizza il quadro di qualità ambientale per l'anno 2006 delle acque sotterranee della Provincia di Bologna.

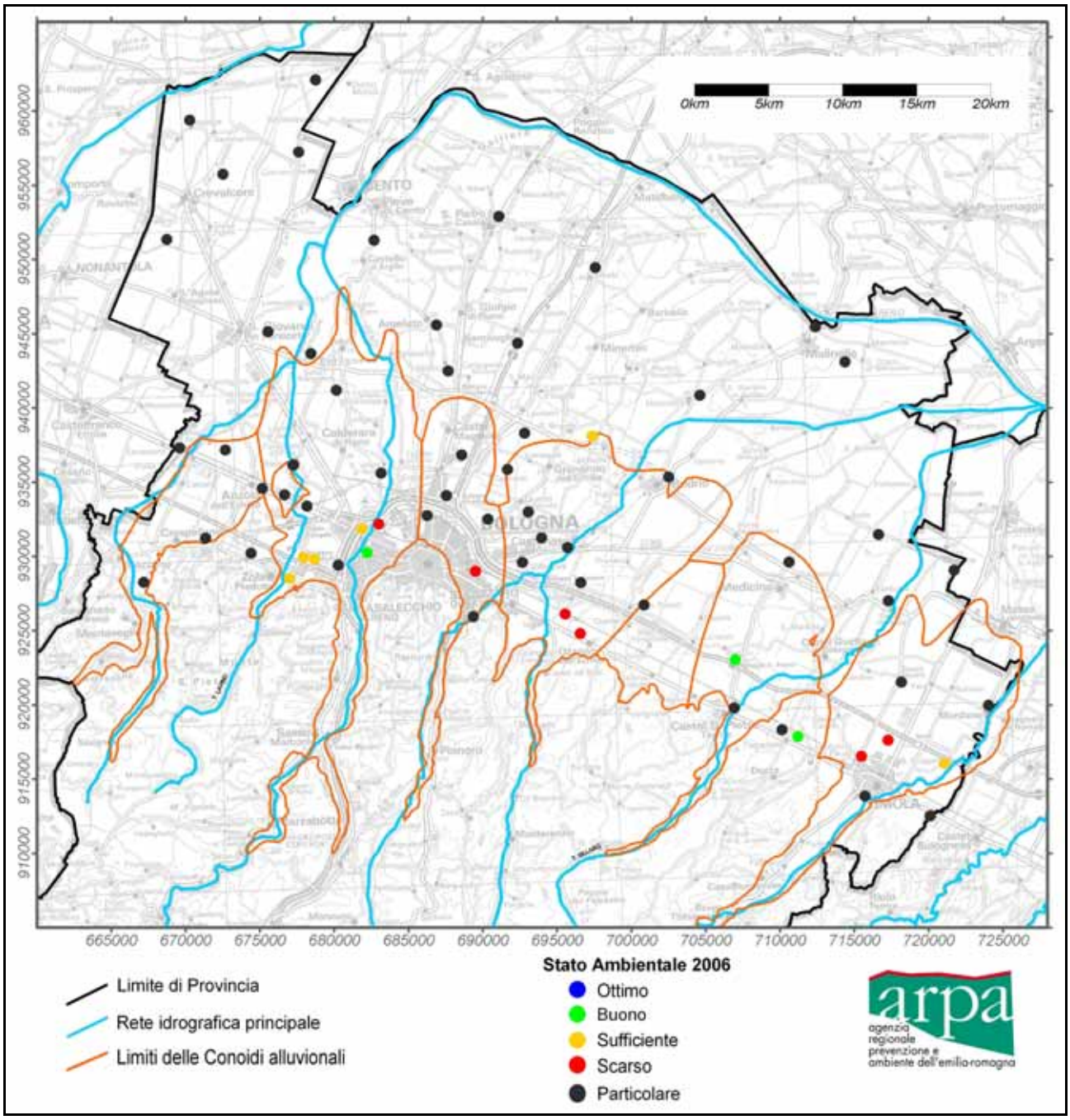

Figura 24: Stato ambientale delle acque sotterranee riferito all'anno 2006.

6. Principali documenti di riferimento

Arpa – Sezione Provinciale di Bologna, Comune di Zola Predosa (2004). Città di Zola Predosa – Primo Rapporto sullo Stato dell'Ambiente.

Arpa Emilia-Romagna, (2003). Annuario regionale dei dati ambientali - edizione 2003. Edizione su CD. Bologna. (www.arpa.emr.it).

Arpa Emilia-Romagna, (2004). Annuario regionale dei dati ambientali - edizione 2004. Edizione su CD. Bologna. (www.arpa.emr.it).

Arpa Emilia-Romagna, (2005). Annuario regionale dei dati ambientali - edizione 2005. Edizione su CD. Bologna. (www.arpa.emr.it).

Arpa Emilia-Romagna, (2006). Annuario regionale dei dati ambientali - edizione 2006. Edizione su CD. Bologna. (www.arpa.emr.it)

Arpa Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna (1999) – Relazione sullo Stato dell'Ambiente della Regione Emilia-Romagna. Rapporto tecnico. Bologna.

Arpa Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna (2004) – Relazione sullo Stato dell'Ambiente della Regione Emilia-Romagna. Rapporto tecnico/Edizione su CD. Bologna.

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

Arpa Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna, Autorità di Bacino del Reno (2005). Studio della conoide alluvionale del fiume Reno per la realizzazione di un modello idrogeologico per la gestione sostenibile delle risorse idriche. Relazione finale, 126 pp.

Cibin U., Severi P., Chahoud A., Frassineti G., Marcaccio M. (2006). Water deficit and subsidence in a intensive-exploited alluvial fan (Reno River, Italy): subsurface hydrogeological analysis to support groundwater resource management. Extended Abstract of 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information System, 13-16/06/2006 Barcellona (Spain).

Decreto Legislativo n. 258 del 18 agosto 2000 "Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11/05/99 n. 152"

Decreto Legislativo n° 152/99 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole" Suppl. ord. G.U. n°124 del 29/5/1999.

Farina M., Fava A., Marcaccio M., 2005. Critical Aspects and Perspectives of the Monitoring of Groundwaters in Emilia Romagna (Italy). Atti del 2nd International Workshop Acquifer Vulnerability and Risk – 4th Congress on the Protection and Management of Groundwater. 21-23 Settembre – Reggia di Colorno – Parma.

Farina M., Marcaccio M., Martinelli G., (2005). La presenza di arsenico nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna. In: I Quaderni di Arpa - Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane. A cura di Maria Grazia Scialoja. Arpa Emilia-Romagna, Bologna. 228 pp.

Francavilla F., Colombetti A., (1980). Lineamenti idrogeologici della pianura della provincia di Bologna.

Francavilla F., D'Onofrio S., Toni G., (1980). Caratteri idrogeologici, strutturali e paleoecologico-stratigrafici del conoide del fiume Reno (Bologna).

Marcaccio M., Martinelli G., Messori R., Vicari L., (2005). Processi di rilascio dell'arsenico nelle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna. In: I Quaderni di Arpa - Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane. A cura di Maria Grazia Scialoja. Arpa Emilia-Romagna, Bologna. 228 pp.

Martinelli G., Marcaccio M., Farina M., Canepa P., Cantagalli L., Billi L., (2005). L'arsenico nei sedimenti profondi della pianura emiliano-romagnola: prime evidenze. In: I Quaderni di Arpa - Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane. A cura di Maria Grazia Scialoja. Arpa Emilia-Romagna, Bologna. 228 pp.

Provincia di Bologna (2002). 2° Rapporto sullo Stato dell'Ambiente.

Regione Emilia-Romagna (2005). Relazione al Piano di Tutela delle Acque. Approvato dall'Assemblea Legislativa con Deliberazione n. 40 del 21 dicembre 2005.

Regione Emilia-Romagna, (2004). Delibera Giunta Regione Emilia-Romagna n. 2135 del 2 novembre 2004 "Rete di monitoraggio delle acque sotterranee della Regione Emilia-Romagna ed integrazioni riguardanti le reti di controllo delle acque superficiali".