

Individuazione di risorse idriche alternative

Analisi preliminare del primo acquifero confinato del Fiume Po nelle province di Parma e Reggio Emilia

Bonzi L.¹, Frassinetti G.², Molinari F.¹, Severi P.¹

Riassunto

Il deficit idrico nella regione Emilia Romagna è considerevole e sta aumentando anche a causa dei cambiamenti climatici previsti per i prossimi anni. Lo scopo di questo lavoro è lo studio, come risorsa alternativa d'acqua, di un acquifero posto nel nord della nostra regione, composto da sabbie fluviali. Data la sua posizione, lontano dalle grandi città, non è ancora molto sfruttato dai pompaggi e, inoltre, buona parte della ricarica è assicurata dal contatto idraulico con il Fiume Po. Il nostro lavoro consiste in una corretta ricostruzione della geometria dell'acquifero con una fitta rete di sezioni geologiche. Tutti i dati idrogeologici raccolti vengono geo-referiti alle mappe dell'acquifero al fine di implementare un modello di flusso che consentirà di valutare la quantità di acqua disponibile e simulare gli effetti dei prelievi.

[Parole chiave: deficit idrico, risorsa alternativa, modello di flusso delle acque sotterranee]

Abstract

Water deficit amount in Emilia-Romagna region is considerable and it is increasing because of climate changes predicted for the next few years. Purpose of this study is to characterize, as an alternative groundwater resource, an aquifer in the north side of our region, composed by fluvial sands. For its position, far from larger cities, it is still not very used by wells and, moreover, a great recharge rate is ensured by hydraulic contact with Po river. Our work is to reconstruct the aquifer correct geometry with a net of geologic sections. All the hydrogeologic data collected are geo-referenced to the aquifer maps with the aim of implementation a flow model that will concur to estimate the amount of available water and to simulate the withdrawals effects.

[Key words: water deficit, alternative resource, groundwater flow model]

1. Introduzione

La disponibilità della risorsa idrica, sia di superficie sia di sottosuolo, è direttamente relazionata alle variabili climatiche. E' infatti noto che i recenti aumenti di temperatura e diminuzioni delle precipitazioni hanno causato non pochi problemi nella fruizione delle risorse

idriche per i diversi comparti, sia produttivi che civili. D'altro canto, negli ultimi decenni è aumentato in modo considerevole il quantitativo d'acqua che questi settori produttivi devono utilizzare per assicurarsi dei profitti adeguati alle richieste del mercato.

¹ Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna

² Servizio Tutela e Risanamento della Risorsa Acqua - Regione Emilia-Romagna

La combinazione dell'aumento della domanda di risorsa idrica con il calo della sua disponibilità, ha innescato le crisi idriche degli ultimi anni. Con riferimento alla Regione Emilia-Romagna, i settori più penalizzati sono stati quello agricolo e quello zootecnico, ma l'intero il sistema di approvvigionamento ne ha inevitabilmente risentito in maniera grave. Ciò è ampiamente documentato nel Piano di Tutela delle Acque (PTA) recentemente adottato dalla Regione Emilia-Romagna, dove vengono fornite delle stime dei prelievi e del deficit idrico a scala provinciale (Tabella 1). In risposta al problema del deficit idrico, nel PTA vengono principalmente proposte misure per il risparmio della risorsa attraverso la riduzione dei consumi sia pubblici sia privati; l'introduzione di tecnologie di risparmio nelle strutture pubbliche; la raccolta di acqua piovana in servizi con grandi coperture quali interporti, aeroporti, aree industriali; la ricarica artificiale degli acquiferi sotterranei tramite l'utilizzo di cave dismesse con forniture di acqua di varia provenienza (fluviale, reflua depurata ecc.).

Lo studio qui presentato riguarda la ricerca e la quantificazione di risorse d'acqua di sottosuolo alternative a quelle attualmente in uso. Va sottolineato che nella regione Emilia-Romagna la maggior parte dei prelievi dal sottosuolo avviene tradizionalmente dalla fascia delle conoidi dei fiumi appenninici, lungo la quale si trovano i principali centri abitati (Figura 1).

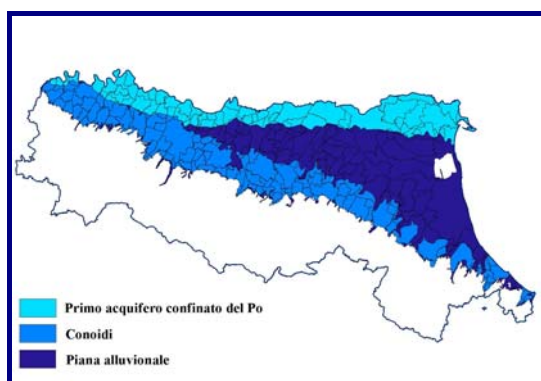


Figura 1- Distribuzione dei prelievi in pianura
Figure 1 - Withdrawal distribution in plain

L'intenso sfruttamento di questa zona aggiunge a quelli sopra descritti, problemi di altro genere quali l'abbassamento della falda e, come immediato effetto, l'aggravarsi dei fenomeni di subsidenza.

1.1 Inquadramento geologico

La successione geologica studiata si trova all'interno del bacino perisuturale padano che è profondamente e intensamente coinvolto nella tettonica nord-vergente appenninica che porta allo sviluppo di sistemi di thrust sepolti. Nel Pleistocene, durante diverse fasi di parossismo tettonico, il sistema deposizionale fluvio-deltizio padano ha subito un progressivo spostamento verso NE fino alla posizione attuale.

In particolare questo studio si concentra sulla porzione sommitale della successione fluvio-deltizia padana appartenente al Gruppo Acquifero A (RER-AGIP,1998) il cui quadro stratigrafico regionale ha il vantaggio di essere noto e calibrato da studi interdisciplinari molto approfonditi (DI DIO & CAPORALE, 1998; DI DIO & MOLINARI, 2000: dati non pubblicati dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna).

Da questi studi si vede come l'architettura stratigrafica di sottosuolo sia costituita da associazioni di facies sia continentali che transizionali che si organizzano ciclicamente. La successione può essere suddivisa in unità geologiche con alla base depositi fini (limi e argille) che verso il tetto vengono sostituiti da depositi grossolani (sabbie). Queste unità sono limitate al tetto ed alla base da superfici di trasgressione e/o di disattivazione del sistema fluviale, con un trend generale di tipo trasgressivo-regressivo.

L'organizzazione laterale e verticale di queste unità mostra segnali evidenti di un controllo climatico-eustatico. Le variazioni climatico-eustatiche sembrano influenzare il tipo di sedimentazione e le migrazioni (forestepping e backstepping) ad alta frequenza dei sistemi deposizionali; inoltre emerge che il record sedimentario risulta particolarmente influenzato dalla ciclicità climatico-eustatica dei 100.000 e 40.000 anni.

2. Il primo acquifero confinato del Po nelle province di Parma e Reggio Emilia

Durante i lavori per la stesura della carta geologica di pianura è stato individuato, nella porzione settentrionale della regione, un acquifero molto ampio situato lontano dalle grandi città e, dunque, ancora poco sfruttato dai pompaggi (primo acquifero confinato del Po). Si tratta di un deposito di sabbie “padane”, sedimentate durante l’ultima acme glaciale in una porzione molto estesa della piana alluvionale del Fiume Po. Alla scala della Regione Emili-Romagna questo corpo si estende dalla provincia di Piacenza sino al mare (Figura 2), con larghezze variabili tra i 10 e i 20 km e spessori che superano, in alcuni casi, i 40 m. L’alveo del fiume incide il tetto dell’acquifero in molti tratti assicurandone, salvo nei periodi di particolare magra, una ricarica diretta.

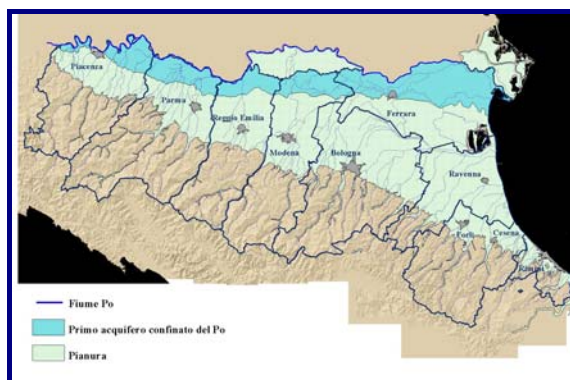


Figura 2 – Ubicazione del primo acquifero confinato a scala regionale

Figure 2 – Location of the first confined aquifer at regional scale

Alcune sezioni geologiche, inoltre, evidenziano come procedendo da Ovest verso Est, la connessione tra questo corpo e le conoidi venga via via meno a partire dalla provincia di Parma (Figura 3).

Dalla stima dei consumi di acqua di sottosuolo elaborata per il PTA, è possibile valutare che da questo acquifero viene prelevata circa l’8 % dell’acqua totale della pianura (Tabella 2).

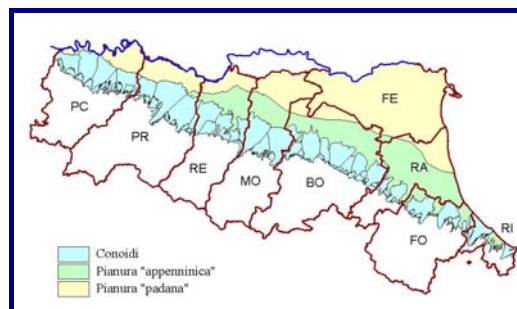


Figura 3 – Limiti dei complessi acquiferi
Figure 3 – Limits of aquifer complexes

Lo studio idrogeologico “pilota” di questo acquifero è iniziato alcuni anni fa in provincia di Ferrara, in collaborazione con Provincia ed Università. Attualmente tale studio è in corso nelle province di Reggio Emilia e Parma, da cui vengono tratti i dati qui presentati.

L’area che meglio risponde alle esigenze finali di questo lavoro è quella della provincia di Reggio Emilia, dove l’isolamento idraulico dell’acquifero padano dalle conoidi è garantito da una brusca chiusura verso Sud delle sabbie contro dei livelli argillosi che raggiungono spessori di 60 m.

2.1 La ricostruzione geometrica dell’acquifero

L’area di studio si estende per circa 690 km². A Nord è delimitata dal Fiume Po, che segna anche il confine regionale, ad Est e ad Ovest dai limiti provinciali rispettivamente di Reggio Emilia e Parma. Il limite meridionale corrisponde invece al limite fisico dell’acquifero, ricostruito con le sezioni idrogeologiche.

Per tracciare le sezioni (Figura 4) si è tenuto conto, per convenzione, delle direzioni delle principali strutture regionali, cui esse sono quindi subparallele e ortogonali, e della distribuzione dei dati disponibili.

PROVINCIA	Prelievi per destinazione d'uso				DEFICIT	PRELIEVO di EQUILIBRIO ⁽¹⁾
	CIVILE	INDUSTRIALE	AGRO-ZOOTECNICO	TOTALE		
Piacenza	26.0	13.9	56.1	96	3.5	92
Parma	46.5	47.4	37.2	131	6.8	124
Reggio Emilia	54.8	19.8	39.3	114	1.4	113
Modena	65.9	31.1	16.6	114	2.3	111
Bologna	56.0	22.0	21.7	100	7.5	88 ⁽²⁾
Ferrara	0.1	7.8	3.7	12	0.0	12
Ravenna	4.9	15.4	26.3	47	1.7	45
Forli-Cesena	7.6	9.6	15.9	33	0.3	33
Rimini	26.1	3.9	5.2	35	0.8	34
Totale Regione (%)	288 42%	171 25%	222 33%	681 100%	24.4 -	658 -

(1) I prelievi di equilibrio indicati sono determinati dalla differenza fra prelievi attuali e deficit
(2) Per Bologna la conoscenza dettagliata dei fenomeni di subsidenza e la loro peculiare entità hanno fatto ritenere opportuno, nel calcolo dei prelievi di equilibrio, la sottrazione di 4 Milioni di m³/anno per tenere conto dei volumi idrici connessi alla compattazione degli acquitardi

Tabella 1 – Prelievi di acque sotterranee e criticità quantitative in Milioni di m³/anno (PTA, 2004)
Table 1 – Groundwater withdrawal and criticality amount in Millions of m³/year (PTA, 2004)

PRELIEVO MEDIO ANNUO (Milioni di m ³ /anno)						
	INDUSTRIALE	ZOOTECNICO	CIVILE	IRRIGUO	TOTALE	%
Pianura RER	163.5	14.3	282.4	205.6	665.8	100
Conoidi	96.2	6.8	238.7	136.2	477.9	71.8
Piana alluvionale	60.7	1.6	35.8	35.4	133.5	20
Primo acquifero confinato del Po	6.6	5.9	7.9	34	54.4	8.2

Tabella 2 – Elaborazione dei dati del PTA: prelievi medi annui per i diversi *complessi* di pianura
Table 2 – PTA data elaboration: annual medium withdrawal for different “complexes” in plain

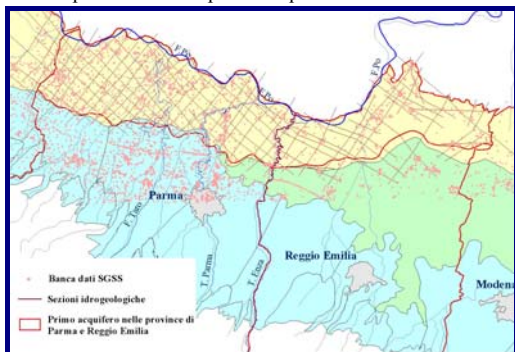


Figura 4 – Ubicazione dell’area di studio
Figure 4 – Study area location

I dati utilizzati fanno parte della banca dati del SGSS comprensiva, solo per l’area in esame, di circa 4700 punti tra stratigrafie di pozzi per acqua, prove penetrometriche statiche e dinamiche, sondaggi geognostici e geoelettrici. In tutto sono state costruite 67 sezioni in scala 1 : 25.000, con un’esagerazione verticale di 1 : 50. Su queste, grazie ad un software appositamente creato dal SGSS, sono state proiettate le stratigrafie dei pozzi per acqua che opportunamente correlate hanno permesso di ricavare le quote assolute di tetto e letto dell’acquifero. Note le coordinate dei pozzi, si è così proceduto alla ricostruzione delle mappe delle isobate di tetto e base dell’acquifero, nonché della carta degli spessori. Nel complesso sono stati utilizzati circa 1000 punti, di cui circa 300 nel reggiano e 700 nel parmense. Data la distribuzione non sempre omogenea dei dati, per ottenere una corretta ricostruzione delle superfici, si è operata un’analisi di tipo geostatistico. Il metodo di interpolazione scelto è stato il kriging che permette di valutare valore di una variabile in un punto del dominio, tramite la stima di *pesi*, con un variogramma esponenziale. A titolo esemplificativo viene riportata la mappa delle isobate di tetto del primo acquifero confinato nella provincia di Reggio Emilia (Figura 5).

Le quote del tetto dell’acquifero sono comprese tra -1 m s.l.m. nella parte meridionale dell’area, e 18 m s.l.m. in quella settentrionale. Le aree più “chiare” in carta, topograficamente più elevate, corrispondono a paleovalvei del Fiume Po, legati all’evoluzione Olocenica del fiume. Si tratta di zone in cui l’acquifero, oltre che più spesso, diventa freatico. Si ricorda a questo proposito, che le sezioni eseguite hanno uno specifico carattere idrogeologico: le sabbie stratigraficamente appartenenti al primo acquifero confinato ed i depositi permeabili sabbiosi e sabbioso-limosi di riempimento di canale e di “*argine naturale*” del Po che poggiano su di esse senza soluzione di continuità, sono stati cartografati come un unico corpo. Tale contatto può, in effetti, essere il veicolo di un’importante comunicazione tra acque di origine superficiale ed acque sotterranee. Nella parte orientale dell’area, al limite tra le province di Reggio Emilia e Modena, l’innalzamento del tetto dell’acquifero è legato, invece, alla presenza in profondità di un complesso sistema di strutture connesse all’alto strutturale sepolto di Mirandola.

Per ottenere la carta delle isopache (Figura 6) sono state utilizzate le stratigrafie dei pozzi che attraversano la base dell’acquifero ed, in presenza di pozzi non sufficientemente profondi, si è estrapolato un valore attendibile del dato tramite correlazione manuale ragionata che ha tenuto conto della notevole regolarità spaziale di questo corpo garantita dall’assenza di elementi di disturbo significativi. Gli spessori sono compresi tra un minimo di 7 m nella parte Sud dell’area, ove l’acquifero si chiude, ed un massimo di 44 m nella parte settentrionale e occidentale dell’area, in corrispondenza dei depositi di “*argine naturale*” visti nella mappa del tetto. Anche in questo caso si è resa necessaria un’analisi geostatistica dei dati e l’interpolazione è stata eseguita applicando il kriging con un variogramma lineare

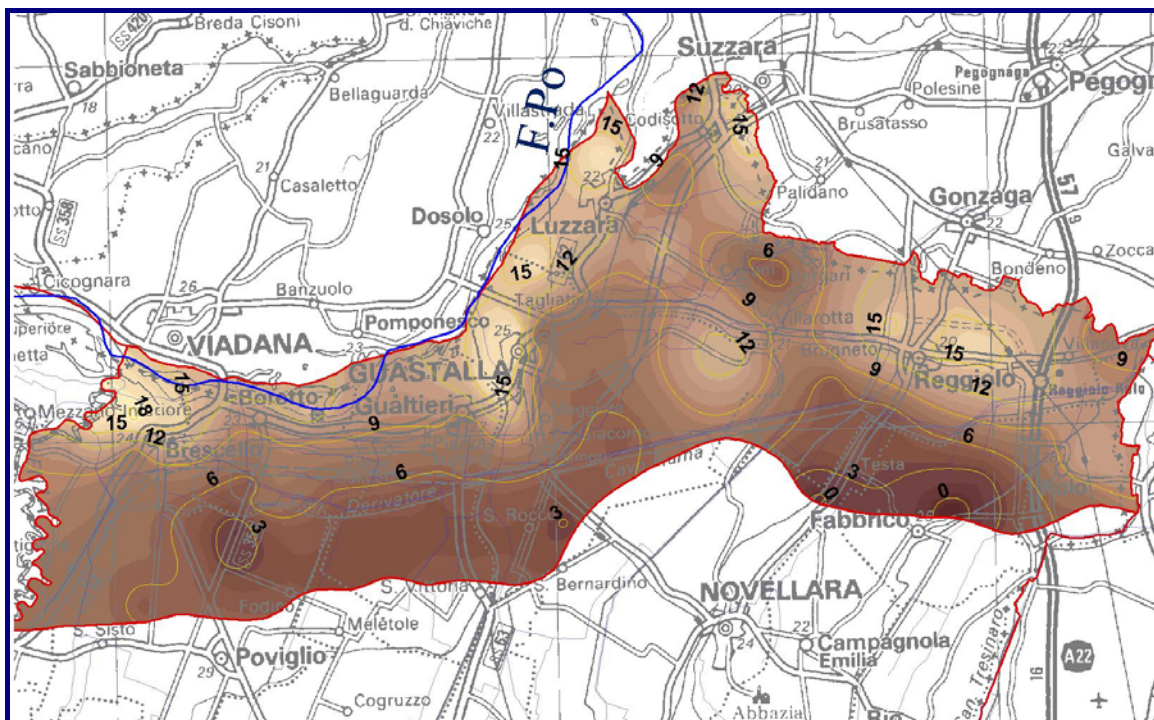


Figura 5 – Mappa delle isobate di tetto del primo acquifero confinato nella provincia di Reggio Emilia
 Figure 5 – Map of first confined aquifer top in Reggio Emilia province

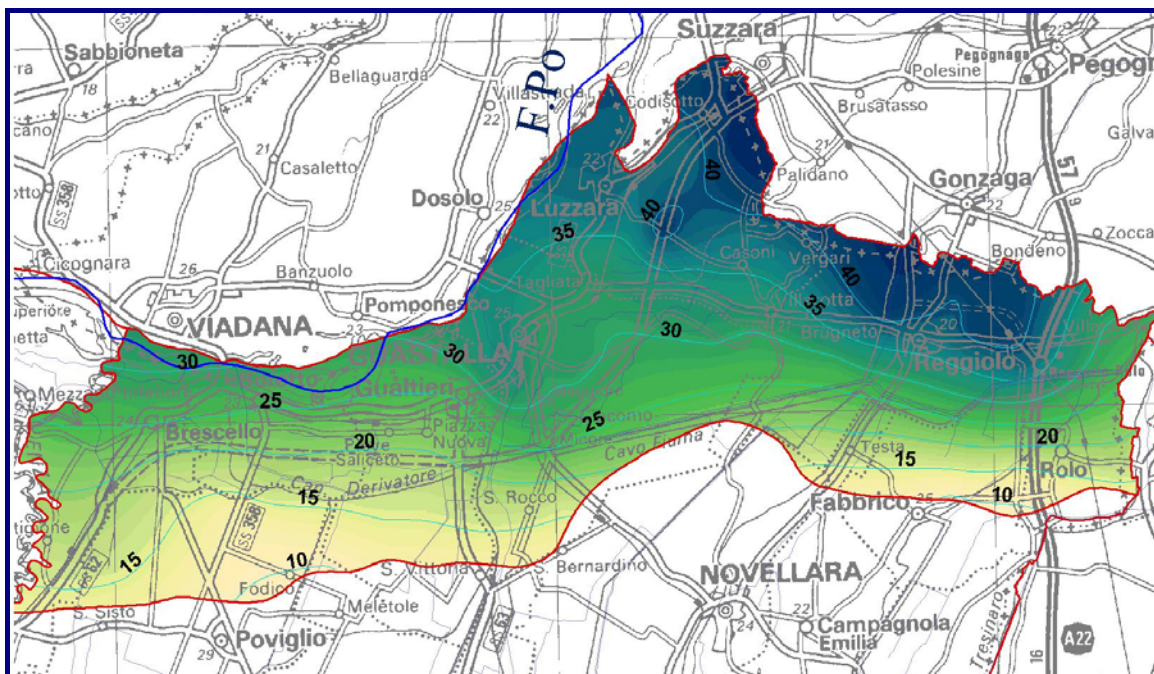


Figura 6 - Mappa delle isopache del primo acquifero confinato nella provincia di Reggio Emilia
 Figure 5 – Map of first confined aquifer thickness in Reggio Emilia province

2.2 Parametri idrogeologici e piezometria

Il reperimento di dati relativi alle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero è stato problematico proprio perché l'area in esame non è particolarmente sfruttata dai pompaggi e vi è quindi una certa carenza di dati di repertorio. Dall'interpretazione di una prova di pompaggio eseguita nel 1997 da AGAC (Azienda Gas Acqua Consorziale) nel campo pozzi del comune di Luzzara (Figura 7) è risultata una trasmissività (T) di circa $3.5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ che, divisa per uno spessore dell'acquifero di circa 37 m, dà un valore indicativo di conducibilità idraulica (k) di $9.6 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Gli altri dati attualmente a disposizione riguardano le prove Lefranc nei sondaggi che il SGSS ha appositamente realizzato nei comuni di Boretto e Guastalla (Figura 7). In entrambe i casi sono stati eseguiti un sondaggio in continuo fino alla base del secondo acquifero confinato (123 m a Boretto, 145 a Guastalla) per avere una verifica diretta della stratigrafia e, a distanza di pochi m, un sondaggio a distruzione fino alla base del primo acquifero confinato (31 m a Boretto e 45 a Guastalla).

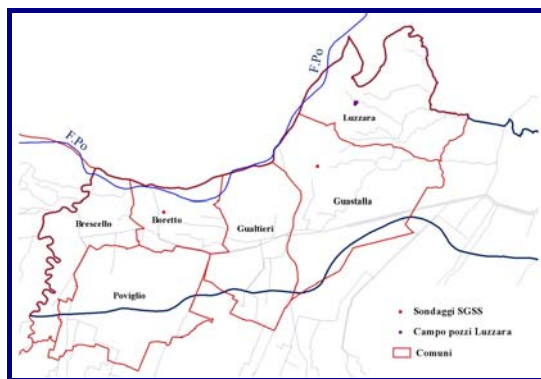


Figura 7 – Ubicazione dei sondaggi realizzati dall' SGSS e del campo pozzi di Luzzara

Figure 7 – Location of SGSS boreholes and of Luzzara field-wells

I quattro fori sono stati allestiti con dei piezometri, due filtranti tutto lo spessore del primo acquifero confinato e due tutto il secondo, muniti di sonde per la misura in continuo del livello piezometrico, così da valutare gli eventuali gradienti verticali della falda e la diversa risposta dei due corpi sabbiosi alle variazioni idrometriche del Fiume.

La prova Lefranc eseguita a Boretto ha fornito, per il primo acquifero confinato un valore di k di circa $2.8 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ da cui, considerato uno spessore di circa 25 m, si è ricavata una T di $7 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

Al fine di incrementare il numero di dati disponibili e di completare il più possibile il quadro conoscitivo delle caratteristiche idrogeologiche e idrodinamiche del corpo in esame, è in corso di organizzazione la realizzazione di slug test in pozzi esistenti ed è già stata predisposta per il mese di luglio 2005 la perforazione di altri 10 sondaggi che saranno allestiti con piezometri filtranti tutto lo spessore dell'acquifero e, ove possibile, dotati di una sonda per la misura in continuo della piezometria.

Per ricostruire la piezometria in provincia di Reggio Emilia nel mese di Febbraio del 2005, è stato necessario trovare dei pozzi che filtrassero solo il primo acquifero confinato. Con l'aiuto dei tecnici comunali sono stati trovati 13 punti, a cui sono stati aggiunti i piezometri di Boretto e Guastalla e un pozzo appartenente alla rete regionale (ARPA) ubicato nel comune di Gualtieri (Figura 8)

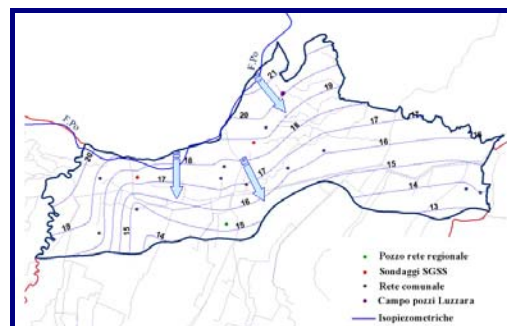


Figura 8 – Piezometria nel reggiano (Febbraio 2005)

Figure 8 – Piezometry in Reggio Emilia province (February 2005)

Il flusso è diretto circa NW-SE e, nel dettaglio, sembra evidente l'azione di ricarica del fiume. Questa è confermata dal confronto tra i dati idrometrici del Po e quelli del monitoraggio in continuo dei piezometri dell' SGSS (Figura 9).

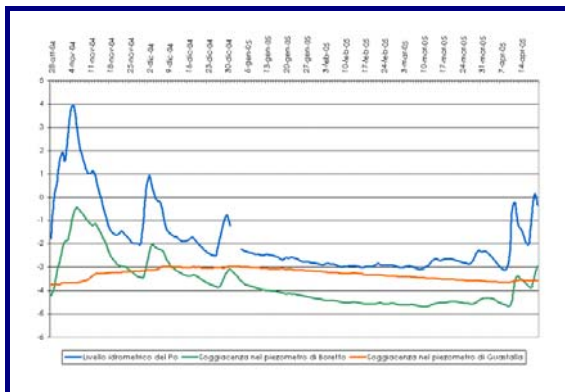


Figura 9 – Confronto tra monitoraggio in continuo della piezometria e livello idrometrico del Po
 Figure 9 – Comparison between continuous monitoring of piezometry and hydrometric level of Po River

Come si vede, nel piezometro di Boretto si ha un'immediata risposta alle oscillazioni del livello del fiume, mentre in quello di Guastalla la risposta è meno evidente ed un poco tralata nel tempo: mentre a Boretto, ove il piezometro dista meno di 1 km dal Po, le variazioni idrometriche sono recepite istantaneamente, a Guastalla (circa 2.5 km da Po) l'onda di pressione del fiume arriva con un po' di ritardo ed è attenuata.

La provincia di Parma ha, invece una rete di monitoraggio storica i cui dati, nell'ambito di una collaborazione tra SGSS e la stessa Provincia, sono stati elaborati per la primavera del 1994, col risultato visibile in Figura 10.

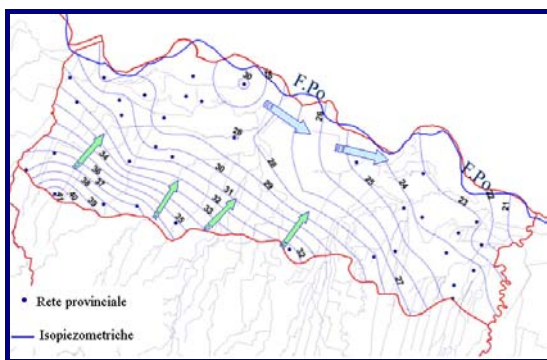


Figura 10 – Piezometria nel parmense (Primavera 1994)
 Figure 10 – Piezometry in Parma province (Spring 1994)

Nella provincia di Parma ci si trova in una zona di "passaggio" da un'area in cui le sabbie

padane sono in contatto idraulico con le ghiaie appenniniche ed una in cui i due corpi sono separati. La peculiarità geologica è, in effetti, confermata dalla piezometria che, nella parte occidentale, ha un flusso diretto circa SW-NE ed un gradiente tipicamente "appenninico", mentre nella parte settentrionale dell'area è il Po a governare il flusso, che assume, infatti, un andamento circa WNW-ESE.

In entrambe i casi la ricostruzione della piezometria è stata eseguita applicando dapprima una regressione polinomiale per individuare la componente regionale del flusso e, poi, il kriging con un variogramma lineare sui residui dei valori "reali" rispetto alla polinomiale. La somma dei due grid così ottenuti dà la superficie piezometrica.

2.2 Qualità delle acque sotterranee

La valutazione dei parametri qualitativi dell'acqua nel primo acquifero confinato è al momento ad uno stadio iniziale, soprattutto per la mancanza di dati di repertorio nel reggiano. In questa zona l'unico pozzo della rete regionale filtrante l'acquifero in esame, fa parte solo della rete piezometrica e non di quella del monitoraggio dei parametri idrochimici. I pochi dati presenti per questa zona riguardano le analisi effettuate da AGAC, con la quale è in atto una proficua collaborazione, sulle acque del piezometro di Boretto e su due pozzi di Guastalla situati a circa 30-50 m dai piezometri dell'SGSS, uno filtrante il primo acquifero, l'altro, più profondo, filtrante il secondo. I risultati delle analisi confermano il trend conosciuto per la pianura: l'acqua sotterranea è generalmente di buona qualità per quanto concerne gli indicatori microbiologici ed i nitrati (praticamente assenti), pur presentando valori particolarmente fuori norma di Ferro, Manganese e Ammoniaca (Figura 11).

Ritenendo non esaustivi i dati di qualità disponibili, si intende approfondire tale tematica, anche al fine di meglio comprendere se e come la qualità delle acque di Po migliorino con la filtrazione entro l'acquifero. I nuovi piezometri, per questo, saranno allineati lungo le linee di flusso della falda a diverse distanze da Po, in modo da verificare, in primo luogo, se

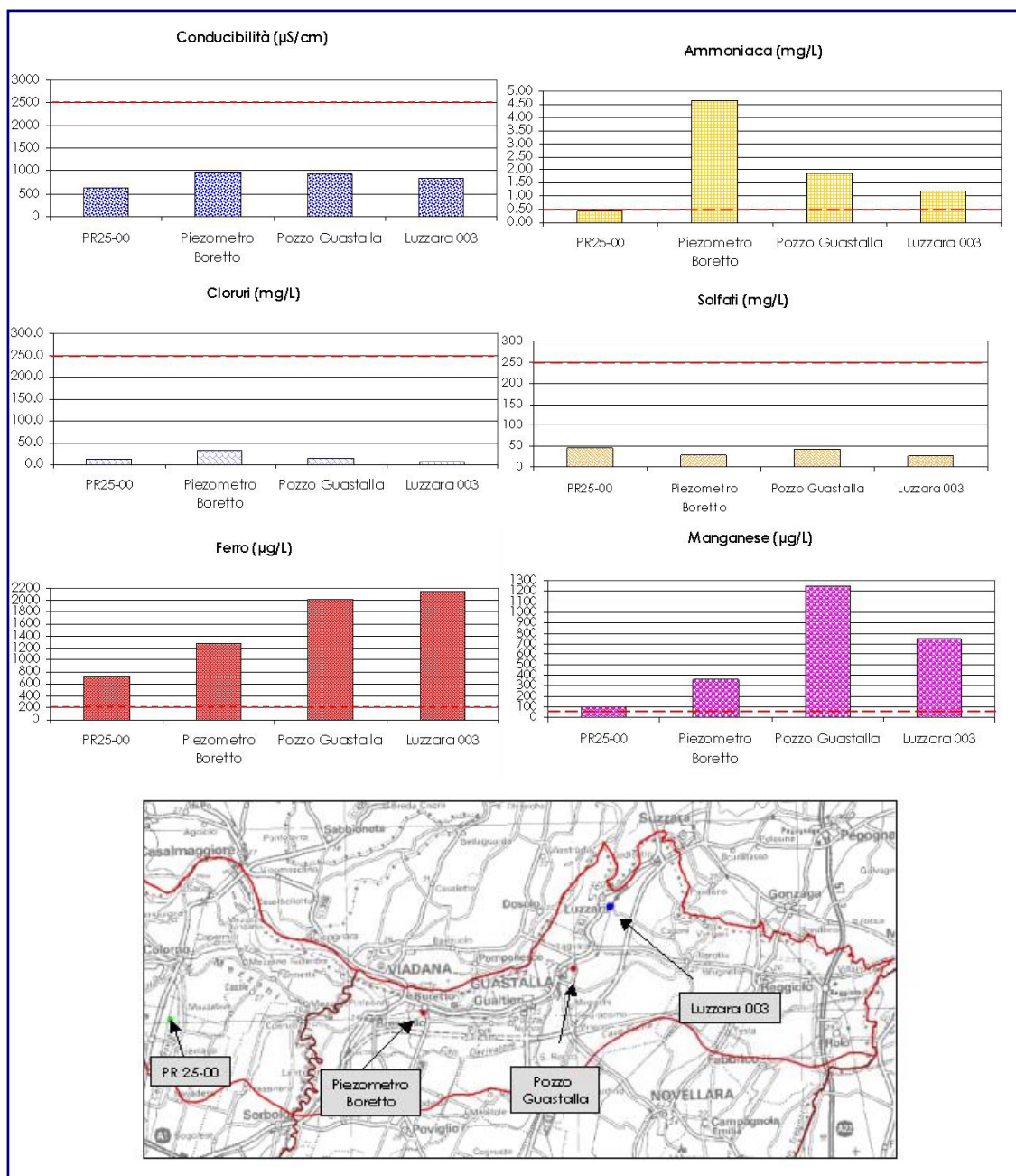


Figura 11 – Alcuni dei principali parametri chimici delle acque. In rosso è riportato il valore di riferimento per le acque ad uso umano (D.lgs 31/01)

Figure 11 - Some of the main chemical parameters of waters. In red is underlined the value of reference for waters to human use (D.lgs 31/01)

3. Modello di flusso delle acque sotterranee

La ricostruzione delle superfici di tetto e letto dell'acquifero; l'acquisizione di dati relativi ai parametri idrogeologici dell'acquifero e dell'acquitarso sottostante; la ricostruzione di una piezometria di riferimento; lo studio delle relazioni tra acque di falda e fluviali, fanno parte della costruzione del modello concettuale che occorrerà da base al modello di flusso delle acque sotterranee implementato inizialmente in regime stazionario. A questi andranno aggiunti approfondimenti su tutti i termini di entrata e uscita del bilancio idrico sotterraneo. Tra i termini di uscita di acqua dal sistema il più consistente è quello relativo ai prelievi che avvengono dai pozzi nei vari ambiti (idropotabile, industriale, zootecnico e agricolo). Nel PTA esistono, come visto, delle stime piuttosto attendibili a scala comunale e l'intento sarà di ottenere, se possibile, un dettaglio ancora maggiore, pur con le dovute approssimazioni. La raccolta di dati idro-meteorologici (sostanzialmente temperature, precipitazioni, portate e livelli idrometrici), unita alle approfondite conoscenze sui suoli in possesso dell'SGSS consentiranno, poi, di valutare l'entità dell'evapotraspirazione dalle zone in cui l'acquifero è freatico, e dell'infiltrazione efficace dalla superficie, sia di acque piovane, sia di acque che rientrano nel ciclo idrologico per mezzo delle irrigazioni. L'area in esame è una zona prevalentemente agricola, ed è infatti contraddistinta da una fitta rete di canali utilizzati per le irrigazioni. Nella costruzione del modello concettuale, quindi, sarà indispensabile cercare di definire anche quanta dell'acqua contenuta in questi canali passi direttamente alla falda. Vi sono poi, oltre al Po, dei corsi d'acqua importanti (il Fiume Taro, i Torrenti Parma ed Enza...) per i quali sarà necessario studiare le relazioni di drenaggio/ricarica nei confronti dell'acquifero. Un termine di ricarica di cui spesso si tiene poco conto, infine, è la perdita di acqua dalle reti fognarie ed acquedottistiche. E', in effetti, un termine piuttosto difficile da chiarire, ma assolutamente indispensabile, alla luce delle recenti stime, secondo cui una percentuale variabile tra il 20 ed il 30 % dell'acqua immessa in rete, va persa a causa dell'inadeguatezza e

dell'incuria delle infrastrutture di adduzione e degli impianti domestici (fonte "Prelievi e usi dell'acqua in Emilia-Romagna" Ermes agricoltura).

In realtà la delimitazione dell'area da modellare non è stata ancora fissata in modo definitivo, ma la presenza di un carico importante come il Po a Nord e di una condizione di "flusso nullo" a Sud, ove l'acquifero si chiude bruscamente, fanno del reggiano una zona ideale.

4. Conclusioni

L'individuazione di risorse idriche alternative a quelle in uso in Emilia-Romagna, è diventata una necessità incombente alla luce delle recenti crisi che hanno colpito il territorio regionale e del deficit idrico stimato nel PTA. A tal fine è in corso lo studio idrogeologico del primo acquifero confinato del fiume Po nelle province di Parma e Reggio Emilia. Ultimata la ricostruzione geometrica, è iniziata la raccolta di dati idrogeologici e idrochimici, puntualmente geo-riferiti alle mappe di tetto, base e spessore dell'acquifero. Lo sviluppo di un modello di flusso permetterà di ottenere una migliore comprensione del sistema acquifero e di effettuare delle simulazioni di scenari d'uso di questo corpo in periodi di crisi idrica.

5. Bibliografia

- REGIONE EMILIA-ROMAGNA-AGIP - *"Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna" (1998).*
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA - Servizio Tutela e Risanamento della Risorsa Acqua- *"Piano di Tutela delle acque - Relazione Generale" (2004)*
- ARPA Emilia-Romagna - Servizio Meteorologico Regionale *"Relazione sulla situazione meteorologica in Emilia-Romagna nel periodo aprile-giugno 2003"*
- ARPA Emilia-Romagna - Servizio Meteorologico Regionale *"Sulla magra estiva del Fiume Po nell'anno 2003"*

Individuazione di risorse idriche alternative

Analisi preliminare del primo acquifero confinato del Fiume Po nelle province di Parma e Reggio Emilia

11

-REGIONE EMILIA-ROMAGNA –
Assessorato Agricoltura, Ambiente e Sviluppo
sostenibile “Programma per la contabilità

*ambientale della Regione Emilia-Romagna –
Bilancio Ambientale della Direzione Ambiente e
difesa del suolo e della costa (2003)”.*