

Le risorse idriche sotterranee dell'appennino Emiliano-Romagnolo: casi di studio nel bacino montano del Fiume Reno

Maria Teresa De Nardo ⁽¹⁾, con contributi di Patrizia Scarpulla ⁽²⁾

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

⁽²⁾ Geologo - Libero professionista, consulente del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

Introduzione

Dal 2000, presso il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, chi scrive si occupa di fornire un contributo allo studio delle risorse idriche sotterranee dell'Appennino emiliano-romagnolo, un tema di ricerca a tutt'oggi non adeguatamente sviluppato a scala regionale.

Le ricerche¹ hanno preso spunto dal progetto di cartografia tematica "Schema Direttore della pericolosità geoambientale" (Viel *et alii*, 2003) pubblicato dal Servizio geologico d'Italia e dal Servizio Geologico regionale in occasione del 4th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Bologna (17-20 giugno 2003); qui, per giungere a una zonizzazione sul rischio potenziale d'inquinamento delle acque sotterranee, veniva indicata una prima localizzazione degli acquiferi nell'Appennino emiliano-romagnolo, ottenuta da uno speditivo censimento delle sorgenti captate, con un'approssimazione compatibile con la scala 1:250.000. Da questo tematismo è stato tratto uno degli allegati cartografici al quadro conoscitivo del Piano di Tutela delle Acque-documento preliminare, approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 2239 del 10 novembre 2003.

Tra il 2002 e il 2003, grazie alla collaborazione stabilita tra il Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna e l'Autorità di Bacino del Reno, è stato possibile sviluppare² ulteriormente le analisi dello "Schema Direttore" attraverso

- L'implementazione dell' inventario delle sorgenti localizzate nel bacino montano del Fiume Reno, con particolare attenzione a quelle captate per l'approvvigionamento idropotabile
- L'individuazione delle unità geologiche sede di significative concentrazioni di sorgenti, qui indicate come *rocce-magazzino*, ad una scala utile alla pianificazione di bacino e provinciale.

L'area di studio comprende pressoché interamente l'Appennino bolognese, in misura minore quello raven-

nate (3 comuni), modenese (3 comuni) e, extra regione, 11 comuni toscani (maggiori dettagli nel sito www.regione.emilia-romagna.it/bacinoreno/sito_abr/territorio%20del%20bacino.htm).

L'inventario delle sorgenti

Lo svolgimento di un inventario delle sorgenti in un'area vasta, come è il caso del bacino di un corso d'acqua principale o di una provincia, è fattibile solo secondo approssimazioni successive, volendo agire in tempi ragionevoli dettati anche dalla necessità di procedere contemporaneamente all'elaborazione dei dati raccolti. Al fine di formare un nucleo rappresentativo delle sorgenti nell'area del bacino montano del F.Reno, si è proceduto concentrando attenzione sulle più importanti da conoscere, innanzitutto come localizzazione: le sorgenti captate, in particolare quelle da cui si deriva acqua destinata al consumo umano attraverso gli acquedotti, i prelievi diretti dei privati e le fontane pubbliche.

Gli archivi consultati

Sono state utilizzate le seguenti basi-dati, georeferenziando le informazioni con il programma GIS ArcView :

- *Seabo e Azienda Municipalizzata di Imola (AMI)*, ora confluite nel Gruppo HERA S.p.A.³ Dati (essenzialmente, localizzazione) relativi a sorgenti che alimentano o alimentavano acquedotti, in prevalenza nei comuni dell'Appennino bolognese (sono presenti anche segnalazioni indipendenti dall'attuale gestione delle captazioni da parte di Hera).
- *Servizio Tecnico di Bacino (STB) Reno, Regione Emilia-Romagna*⁴. L'archivio raccoglie i dati reperibili nelle pratiche di "Richiesta di concessione per l'utilizzo di acque sorgive divenute pubbliche ai sensi dell'art. 1 della legge 5-1-1994 n. 36 e del Regolamento attuativo della stessa approvato con DPR 18-2-1999 n. 238" pervenute al Servizio (competente per il rilascio) nel periodo 1999-2001. Le richieste sono state presentate da privati, Comuni e Consorzi; si riferiscono a sorgenti captate per uso idropotabile o altro, nell'Appennino bolognese.

¹ I progetti descritti sono stati promossi dal Responsabile del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, dott. Raffaele Pignone

² Hanno collaborato all'attività di raccolta dati e loro informatizzazione: Patrizia Scarpulla e Irene Rinaldi, consulenti del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli; i colleghi Domenico Preti e Paola Maldini sono stati i referenti per i dati già disponibili presso l'Autorità di Bacino del Reno.

³ Si ringraziano per gli utili colloqui l'ingegnere F. Ruggeri e il geologo A. Bergonzoni di Hera S.p.A

⁴ Si ringraziano il responsabile del Servizio, ing. G. Simoni; i referenti dottori G. Proni e L. Rosciglione, la sig.ra Morello

- *Autorità di Bacino del Reno*, per i dati riferiti ai comuni toscani di propria competenza; si è assunto che fossero sorgenti tutte classificabili come alimentatrici di acquedotti, non essendo disponibili informazioni di maggiore dettaglio in ambito extra-regionale.
- *ARPA-Ingegneria Ambientale*, dati relativi al solo comune di Lizzano in Belvedere (BO) confrontabili con quelli reperiti presso STB Reno
- Localizzazioni in formato vettoriale tratte dalla cartografia del *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Ravenna (2001)*
- *“Base informativa delle reti acquedottistiche (versione provvisoria) ediz. 2003” delle province di Bologna e Ravenna*, pubblicati a cura del Servizio Tutela e Risanamento Risorsa Acqua regionale. Sono state estratte le informazioni relative alla localizzazione delle sorgenti, ricavandone segnalazioni utili solo per la provincia di Bologna; queste sono state poi confrontate con le sorgenti censite nei precedenti archivi, per verificarne la coincidenza.
- Sorgenti censite dal *Consorzio della Bonifica Renana*⁵ nello “Studio metodologico pilota per la individuazione delle risorse idriche nella fascia appenninica comprensoriale, da utilizzare a scopi prevalentemente irrigui per l’incremento della produzione agricola” (prima metà anni ’70?) su base topografica IGMI
- Pubblicazione *“...Sorella acqua... la fonte e il ricordo...”* Assessorato all’Ambiente, Provincia di Bologna⁶ (1998), relativi a un censimento delle sorgenti libere o comunque non captate da acquedotto (es. fontane). Come era nell’intenzione degli autori, questa base dati segnala scaturigini che possono avere (o acquistare)

⁵ Si ringrazia il geom. F.Prati del Servizio Tecnico Montagna

⁶ Si ringrazia l’ing. P. Cavazzi, referente per la tutela delle risorse idriche

caratteristiche di pregio naturalistico nell’Appennino Bolognese.

- *Segnalazioni dalla Carta Tecnica Regionale 1:10.000 e dall’Atlante SCAI*, per i centri abitati classificati instabili e interessati da frane ivi cartografate

Infine, sono state localizzate le sorgenti/pozzi da cui si estraggono acque classificate come termali e minerali che ricadono nell’area di studio e limitrofe, sulla base delle concessioni attive al 1999 (rif. ex- Servizio Difesa del Suolo, Regione Emilia-Romagna). Per le sorgenti termali e minerali con caratteristiche chimico-fisiche indicative di circuiti di alimentazione profondi, non è ricavabile un’area di alimentazione (anche approssimata) sulla base del solo confronto tra geologia e distribuzione delle scaturigini, come effettuato per la delimitazione delle *rocce-magazzino* (vedi oltre). Da qui la necessità di rappresentarne esclusivamente i punti di prelievo.

Per maggiori informazioni si rimanda al sito internet www.regione.emilia-romagna.it/geologia/acque_sotterranee/acque_sotterr.htm e a *Ciancabilla et alii*, 2004.

Risultati

Nella figura è schematizzata la sintesi dei dati raccolti e informatizzati, con l’eccezione dei punti tratti dal PTCP di Ravenna (Figura 1).

A questo livello dell’approssimazione, dal confronto tra le informazioni georeferenziate sono emersi alcuni problemi, dati principalmente dal riscontro di punti sovrapponibili e censiti in più archivi. Ad esempio, L’archivio STB Reno si sovrappone ad archivi di altra provenienza per circa il 14% dei punti censiti, riconducibili a sorgenti di concessione comunale altrimenti documentate. Sono inoltre individuabili settori (es Appennino ravennate) dove è necessario approfondire su base comunale l’inventario delle sorgenti captate. E’stata attribuita la massima fiducia agli archivi di

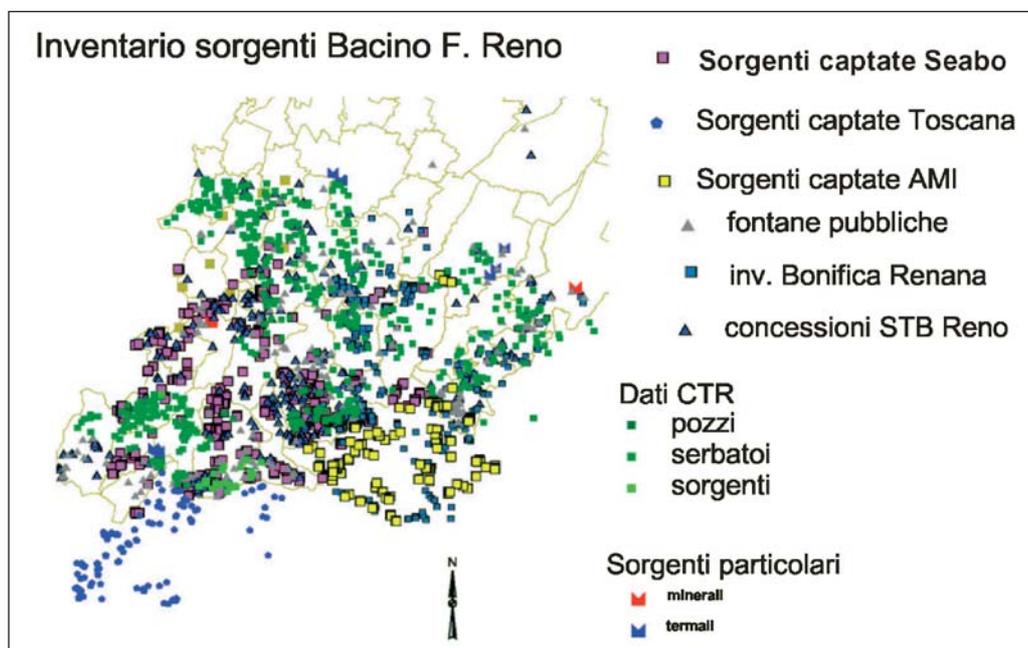


Figura 1.

provenienza Seabo e AMI, assumendo che la georeferenziazione delle sorgenti effettuata da questi gestori fosse la più precisa possibile.

Questi aspetti saranno risolvibili attraverso successivi sviluppi dell'inventario, da eseguirsi stabilendo collaborazioni con gli Enti territorialmente competenti: Province, Servizi Tecnici regionali e Autorità di Bacino, migliorando il grado di approssimazione della base-dati sulle sorgenti.

La tabella e il grafico a torta (con i valori percentuali) riassumono l'esito dell'inventario delle sorgenti per ciascun archivio, indipendentemente dai problemi di locale sovrapposizione discussi precedentemente (Figura 2).

Nel settore bolognese dell'area di studio, la maggiore abbondanza di informazioni consente di elaborare variamente i dati raccolti.

Tra le possibilità, il grafico seguente (Figura 3) rappresenta la distribuzione di tutte le sorgenti censite in ogni comune, questi ultimi elencati in ascisse da sinistra a destra secondo un ordine che tiene approssimativamente conto di fasce altimetriche via via decrescenti (elaborazioni basate su "statistica self-service" in www.xp.regione.emilia-romagna.it/cgi-bin/cmdmem.com, classificazione dei comuni per quota minima rilevata).

Il totale dei punti segnalati è 1299, in quest'approssimazione. La distribuzione mostra alcuni valori anormalmente bassi in relazione alle locali caratteristiche geologiche (Porretta, Granaglione) oppure viziati dalla sovrapposizione tra punti censiti in archivi diversi (Lizzano); al di là della necessità di sistemazione dell'inventario, l'istogramma mostra comunque una tendenza, con le sorgenti massimamente concentrate nei comuni dell'alto Appennino bolognese, dove ai valori di precipitazioni medie annue più elevati si accompagna la presenza di formazioni favorevo-

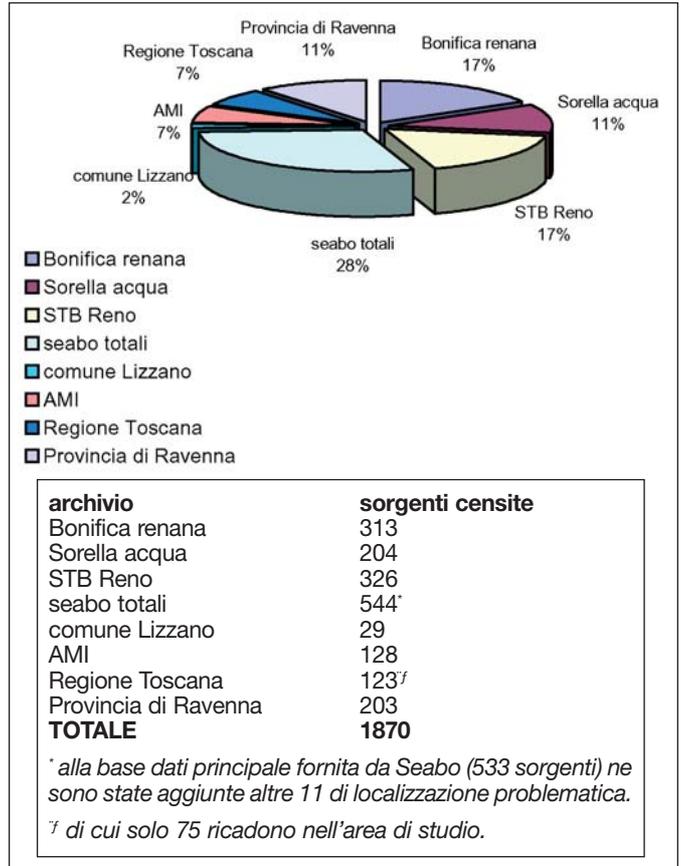


Figura 2.

li a ospitare reti acquifere. Segue un gruppo di comuni (Gaggio Montano, Castel di Casio, Monterenzio, Loiano, Monzuno, Grizzana, Vergato, Marzabotto) con distribuzioni simili e rappresentative della situazione maggiormente

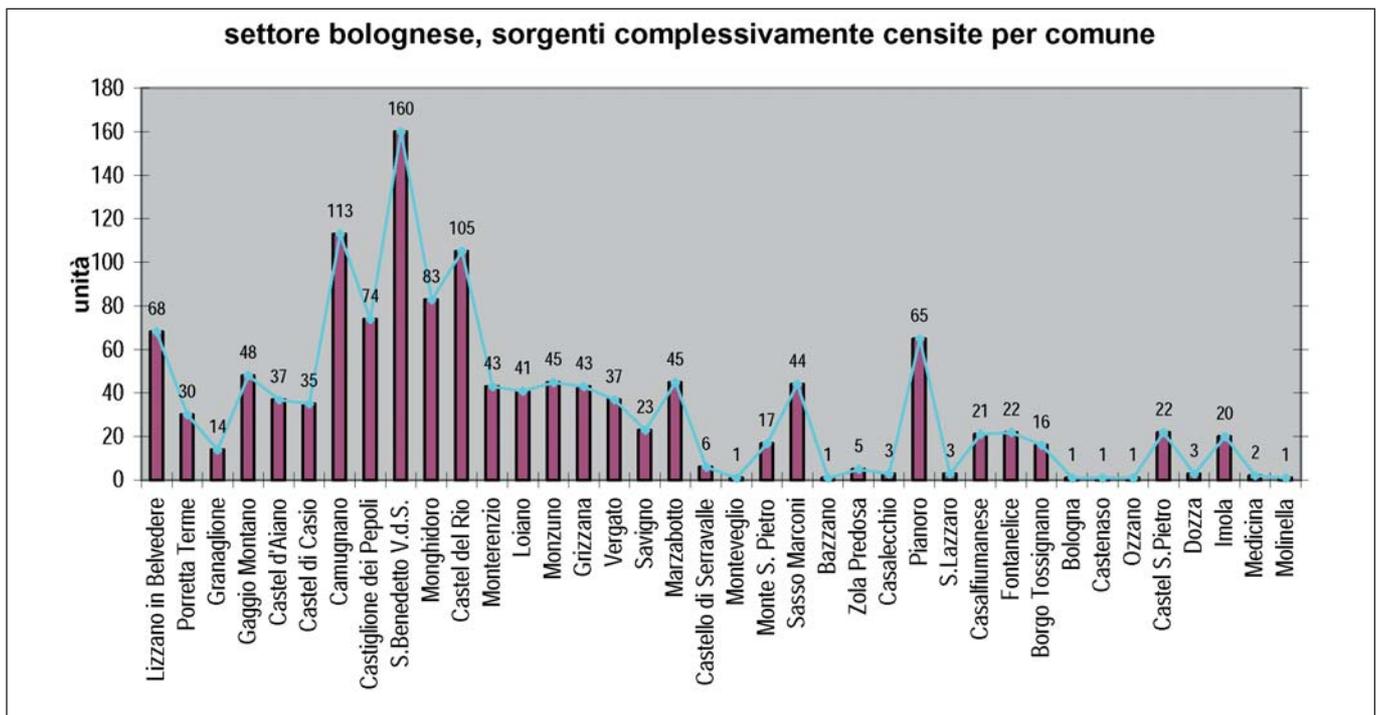


Figura 3.

diffusa. Nel medio Appennino bolognese il calo delle sorgenti censite è netto e solo Sasso Marconi e Pianoro fanno eccezione, a causa della presenza di condizioni idrogeologiche favorevoli (es. litotipi grossolani della sinclinale del "Pliocene Intrappenninico" Auctt.).

Per gli scopi della ricerca, si è preferito considerare tutte le 483 sorgenti segnalate da Seabo per la Provincia di Bologna, cifra che comprende anche captazioni originariamente a servizio di acquedotti locali attualmente dismesse. Per confronto con la "Base informativa delle reti acquedottistiche (versione provvisoria) ediz. 2003" della provincia di Bologna, le sorgenti dell'archivio Seabo corrispondenti a captazioni effettivamente "in esercizio" sono stimabili in 314, in accordo con quanto si legge in "Le acque sotterranee del territorio montano e collinare della provincia di Bologna" (1997, a cura di F. Francavilla e G. Raffaelli).

Le rocce-magazzino

Nell'area di studio è stata ricavata una zonizzazione delle unità geologiche⁷ interessate da significative concentrazio-

⁷ per l'inquadramento geologico dell'area di studio si rimanda al sito www.regione.emilia-romagna.it/geologia/introgeo.htm o, tra le altre, alla pubblicazione Artioli, Baldini, De Nardo, Farina, Frassinetti, Ortali, Montaguti, Palumbo, Pignone, Tomassetti, e Viel (1997) "Area metropolitana di Bologna: stato di avanzamento delle ricerche" in: atti del convegno "Geologia delle grandi aree urbane", CNR e Regione Emilia-Romagna, Bologna 4-5 novembre 1997 *cum bibl.*

ni di sorgenti, sede dei complessi idrogeologici maggiormente permeabili e delle risorse idriche sotterranee da cui principalmente dipende l'approvvigionamento locale. Corrispondono alle unità geologiche sede di acquiferi in roccia o nelle coperture detritiche, frequentemente in connessione; sono state indicate con il termine intuitivo di *rocce-magazzino*. Questa ricerca dettaglia la zonizzazione precedentemente effettuata a scala regionale (con un'approssimazione compatibile con la scala 1:250.000) per le cartografie appartenenti allo "Schema Direttore della pericolosità geoambientale" già citato.

La zonizzazione è stata ottenuta confrontando la distribuzione delle sorgenti censite con la geologia, riferita alle cartografie informatizzate disponibili presso l'Autorità di Bacino del Reno e derivate da:

- gli originali delle tavole dei fogli 220, 236, 237, 238, 252, 253 della Nuova Carta Geologica d'Italia- Progetto CARG, predisposte dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (si rimanda al sito www.regione.emilia-romagna.it/geologia/carg.htm per i riferimenti bibliografici), localmente completati
- la "Carta Inventario del Dissesto della Regione Emilia-Romagna" (ediz. 1996) del Servizio Geologico regionale, completata per la parte toscana.

La scala di restituzione del tematismo predisposto per l'Autorità di Bacino del Reno ha denominatore non inferiore a 25.000.

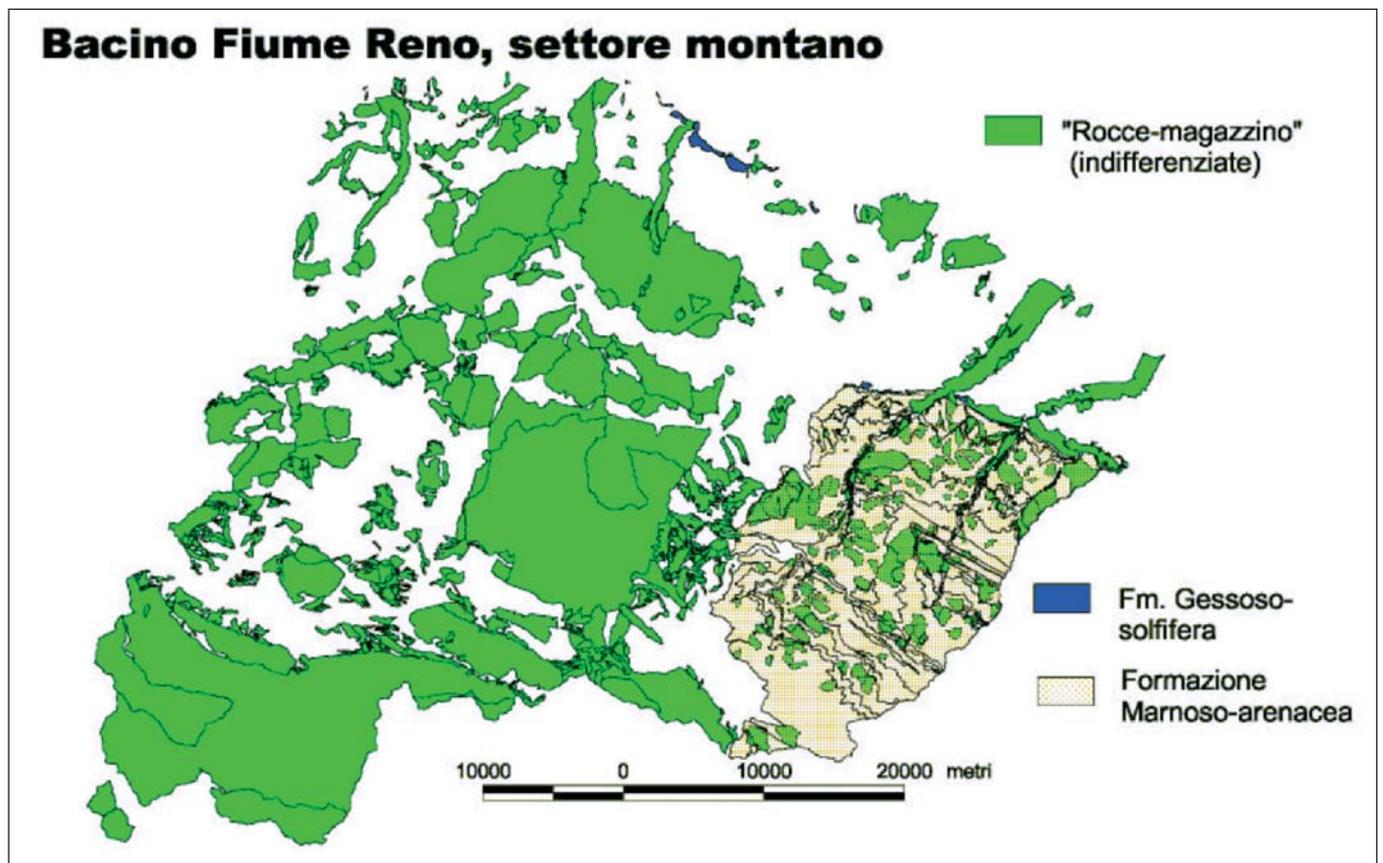


Figura 4.

Per cartografare le *rocce-magazzino* non risultano limitanti le incertezze nella localizzazione delle sorgenti discusse precedentemente, in quanto la localizzazione e distribuzione dei punti censiti nei vari archivi è sempre risultata compatibile con le formazioni geologicamente favorevoli alla circolazione idrica sotterranea.

Il risultato della zonizzazione è rappresentato schematicamente in figura 4.

Caratteristiche generali

La corrispondenza tra unità geologiche e sorgenti è risultata piuttosto soddisfacente per il settore occidentale dell'area di studio e fino al T.Sillaro: qui la geometria delle *rocce-magazzino* è governata da limiti idrogeologici legati alla presenza di unità con diversa permeabilità relativa. Formazioni permeabili per fratturazione (con coefficienti di infiltrazione potenziale soggetti a marcata variabilità areale) costituiscono placche delimitate da unità argillitiche caotiche ("Argille Scagliose" Auctt.) o marnose, dove l'infiltrazione e la circolazione delle acque sono fenomeni quantitativamente minori, se non trascurabili.

Ad oriente del Sillaro, in assenza di unità argillitiche caotiche, l'individuazione di *rocce-magazzino* su sola base geologica è più problematica. E' questo il settore in cui si estende la *Formazione Marnoso-arenacea (FMA)*, caratterizzata da monotone successioni di strati che si risolvono in alternanze arenaceo-pelitiche (sul rapporto tra i litotipi è basata la suddivisione in membri della formazione), passanti a marne prevalenti nella parte alta dell'unità.

In questo caso, dal solo confronto sorgenti-geologia si ricava che la filtrazione sotterranea è condizionata dalla presenza di:

- strati con elevata continuità laterale
- strati immergenti verso nord est o verso nord ovest, con inclinazioni comprese tra 5° e 20°, che mantengono assetto costante per estensioni ettometriche, associati a una morfologia caratterizzata da rilievi con un versante meridionale più acclive, con stratificazione a reggipoggio e uno settentrionale meno acclive, con stratificazione a frana-poggio a inclinazione minore o uguale al pendio, interessata da coperture detritiche.

Le sorgenti, nella maggior parte dei casi osservati in questa ricerca, si concentrano lungo o alla base del versante meno acclive, suggerendo uno schema di circuito di alimentazione relativamente superficiale (governato da fratturazione e stratificazione) che interessa anche le coperture detritiche.

Queste particolarità si riscontrano nei territori comunali di Borgo Tossignano, Casalfiumanese, Fontanelice, Castel del Rio, Casola Val Senio, Brisighella, Firenzuola, Palazuolo sul Senio, Marradi. Per le sorgenti censite in FMA, con particolare riguardo a quelle che alimentano acquedotti (AMI), si è scelto di individuare comunque un'area di possibile alimentazione, applicando il criterio morfologico-altimetrico (Piacentini, 1994).

Nell'elaborazione per l'Autorità di Bacino del Reno, l'area

di affioramento della Formazione Marnoso-arenacea è stata indicata (vedi figura 4) come oggetto di successivi approfondimenti, per il censimento delle sorgenti su base comunale e gli studi idrogeologici di dettaglio per l'identificazione delle geometrie dei circuiti di alimentazione delle sorgenti più importanti. Come ipotesi di lavoro, è stato inoltre proposto un criterio di suddivisione dell'unità in tre classi, raggruppando i membri caratterizzati dai maggiori rapporti arenaria/pelite, in presenza di strati da spessi a molto spessi, assumendo che questi siano tra i fattori che predispongono allo sviluppo di una fratturazione localmente "efficiente" (per apertura e persistenza delle discontinuità) ai fini dell'infiltrazione.

I gessi (Formazione Gessoso-solfifera) compaiono come *roccia-magazzino* solo quando sono sede di sorgenti censite, che però non sono utilizzate per il consumo umano: sono noti i problemi legati all'uso potabile di queste acque, es. a causa della concentrazione eccessiva di solfati. Si è scelto comunque di evidenziare la Formazione Gessoso-solfifera anche nella sua interezza, come complesso idrogeologico caratterizzato da elevata permeabilità, sede di scaturigini che hanno o possono acquistare pregio naturalistico, e/o di cavità carsiche che possono diventare veicolo di inquinamento per le acque sotterranee di questa unità, come di eventuali *rocce-magazzino* ad essa idrogeologicamente connesse.

Un criterio analogo è stato seguito per la *Formazione delle Sabbie Gialle di Imola* e per i depositi alluvionali quaternari presenti lungo il margine appenninico; la base stratigrafica delle "Sabbie Gialle" Auctt. rappresenta, in mancanza di segnalazioni di sorgenti censite (peraltro rare e non utilizzate per il consumo umano), il limite settentrionale dell'area di studio, meritando quest'unità una trattazione separata dal punto di vista idrogeologico.

Le *coperture detritiche* e in particolar modo i corpi di frana, sono stati cartografati solo quando sede di significative concentrazioni di sorgenti, oppure quando risultano localizzati al contorno di altre *rocce-magazzino* e/o siano ipotizzabili connessioni tra substrato e copertura in relazione alla filtrazione di sottosuolo. E' questo soprattutto il caso dei corpi di frana disposti al contatto tra argilliti e unità maggiormente permeabili. Non è sempre possibile delimitare inferiormente con sicurezza i corpi di frana con tali caratteristiche, anche a causa delle approssimazioni contenute nella cartografia geologica 1:10.000 in merito alla separazione dei singoli accumuli; è stato quindi localmente attribuito un grado di incertezza alla perimetrazione.

Il concetto di "limite incerto" è stato anche applicato ad altre suddivisioni praticate entro le *rocce-magazzino* (es. classificazione in base alle situazioni idrogeologiche nell'area del comune di Lizzano in Belvedere, vedi oltre), trattandosi di partizioni proposte a titolo sperimentale.

I *depositi alluvionali intravallivi* sono sede di risorse idriche sotterranee (di varia importanza) anche ad elevato grado di vulnerabilità intrinseca nei confronti dell'inquinamento.

Utilizzando alcuni concetti introdotti nelle analisi territoriali

a corredo del Piano Territoriale Infraregionale di Bologna ed estendendo il concetto di *roccia-magazzino* con una certa libertà, sono state cartografate le porzioni di fondo-valle quando:

- si rinvenivano situazioni di connessione tra l'alveo e i depositi alluvionali terrazzati, essendo l'alveo attuale completamente scavato entro tali depositi; il criterio è stato applicato in modo volutamente selettivo, escludendo dalla perimetrazione le aree in cui la cartografia geologica a scala 1:25.000 indicava evidenze di connessioni anche solo parziali: si è voluto in tal modo distinguere i depositi alluvionali in cui la connessione fiume-falda produce i massimi effetti dal punto di vista idrogeologico e idrologico, proponendo un limite che tali situazioni possono presentare verso monte, nelle valli principali
- in presenza di terrazzi alluvionali non o parzialmente connessi all'alveo, fisicamente separati da quest'ultimo, si abbiano evidenze di sorgenti/pozzi secondo i dati dell'inventario, indizio di una filtrazione sotterranea anche se modesta.

Classificazione su base geologica

Per il grado di libertà offerto dalla definizione data, le *rocce-magazzino* possono corrispondere a depositi allu-

vionali terrazzati, coperture detritiche, formazioni date da rocce fratturate propriamente dette. Queste ultime sono state classificate in "tipi" geologici, abbinando caratteristiche litologiche e strutturali peculiari delle unità sede di acquiferi nell'Appennino emiliano-romagnolo, con riferimenti anche all'importanza locale delle coperture detritiche (quando localmente non differenziate, per le ragioni spiegate nel precedente paragrafo). Il risultato è schematizzato in figura 5⁸.

La legenda viene dettagliata nella seguente tabella, nel

⁸ Una nota sull'attribuzione di classi di vulnerabilità intrinseca all'inquinamento per gli acquiferi dell'Appennino emiliano-romagnolo. Nello "Schema Direttore della pericolosità geoambientale" è stata sperimentata l'applicazione della "Legenda unificata per le carte della vulnerabilità all'inquinamento dei corpi idrici sotterranei" (CNR-GNDICI, 1988), chiave del metodo omonimo non parametrico, utilizzando una classificazione geologica delle *rocce-magazzino* analoga a quella qui descritta e dipendente dalle caratteristiche geologiche dell'Appennino emiliano-romagnolo. Il risultato è stata la proliferazione delle classi contenenti il grado "medio", ottenendo un quadro scarsamente differenziato. Considerando altre caratteristiche oltre alla geologia, in letteratura (Canedoli et alii, 1994 studio riferito all'Appennino reggiano) si giunge anche alla conclusione di rinunciare a una classificazione qualitativa di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi montani, dovendosi attribuire i gradi più elevati quasi indistintamente.

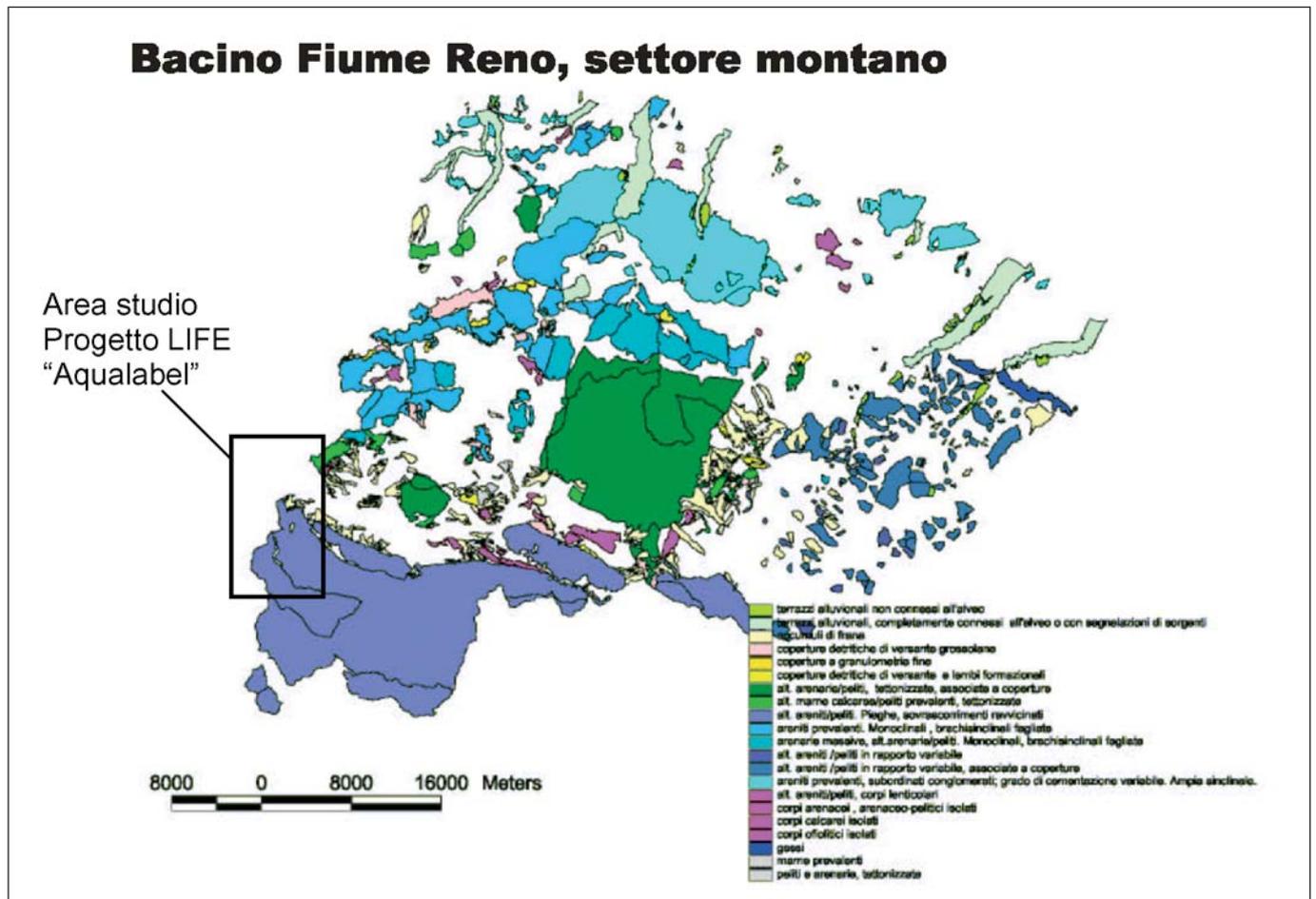


Figura 5.

legenda Tipi geologici		Esempi di unità geologiche appartenenti
1	terrazzi alluvionali non connessi all'alveo	Depositi alluvionali
2	terrazzi alluvionali completamente connessi all'alveo	Depositi alluvionali
3	accumuli di frana e coperture detritiche eluvio-colluviali	
4	coperture detritiche grossolane, associate o meno a lembi formazionali scivolati in massa	
5	alternanze arenarie/peliti, tettonizzate, associate a coperture	Flysch liguri ricoperti da accumuli di frana
6	alternanze arenarie/peliti, tettonizzate	Flysch liguri
7	alternanze areniti/peliti; pieghe, sovrascorrimenti ravvicinati.	Flysch oligo-miocenici toscani
8	Areniti prevalenti. Monoclinali, brachisinclinali fagliate	Successione epiligure: Formazione di Pantano
9	Arenarie massive, alternanze arenarie/peliti. Monoclinali, brachisinclinali fagliate	Successione epiligure: Formazione di Loiano; Membro delle Arenarie di Anconella, Fm. di Antognola
10	Alternanze areniti/peliti in rapporto variabile	Formazione Marnoso-arenacea
11	Alternanze areniti/peliti in rapporto variabile, associate a coperture	Formazione Marnoso-arenacea, corpi di frana, detrito eluvio-colluviale
12	Areniti prevalenti, subordinati conglomerati, grado di cementazione variabile. Localmente, ampia sinclinale	Unità grossolane del "Pliocene Intrappennico" Auctt.
13	Corpi isolati: arenacei, calcarei o ofiolitici	Lembi ettometrici entro le "argille scagliose" Auctt.
14	Gessi	Formazione Gessoso-solfifera
15	Marne prevalenti; peliti e arenarie, tettonizzati	Unità liguri: Argilliti di Camugnano

grafico è rappresentata l'estensione dei vari "tipi" geologici individuati (vedi Legenda e Figura 6).

Le categorie 5 e 7, ad esempio, originano poche *rocce-magazzino* di grande estensione, che quindi sono suddivise tra più territori comunali; una tendenza analoga, anche se meno accentuata, è mostrata dalla categoria 12. All'opposto, la categoria 3 ha media estensione complessiva ma questa è il risultato della somma di un numero molto alto di poligoni dispersi nell'area di studio; le categorie 4 e 13 originano *rocce-magazzino* poco estese ma di una certa importanza nell'ambito di un singolo comune, poiché sede di sorgenti utilizzate per il consumo umano. Le categorie 10 e 11, relative alla Formazione Marnoso-arenacea, sono arealmente sotto-stimate per quanto discusso nel paragrafo precedente e

sono state inserite nel grafico solo per completezza, senza che sia estrapolabile una tendenza.

Anche sulla base di una classificazione di tipo geologico, è quindi possibile evidenziare *rocce-magazzino* per le quali abbia senso formulare politiche di tutela delle acque sotterranee facendo riferimento all'ambito sovra-comunale oppure a quello comunale soltanto.

Il progetto europeo LIFE- Ambiente "Aqualabel"

Alla fine del 2003 ha preso il via un progetto europeo LIFE-Ambiente denominato "Aqualabel", che ha lo scopo di promuovere un protocollo per la certificazione ambientale dell'acqua sorgiva distribuita attraverso reti acquedottistiche; l'area di applicazione della sperimentazione è stata individuata nel territorio comunale di

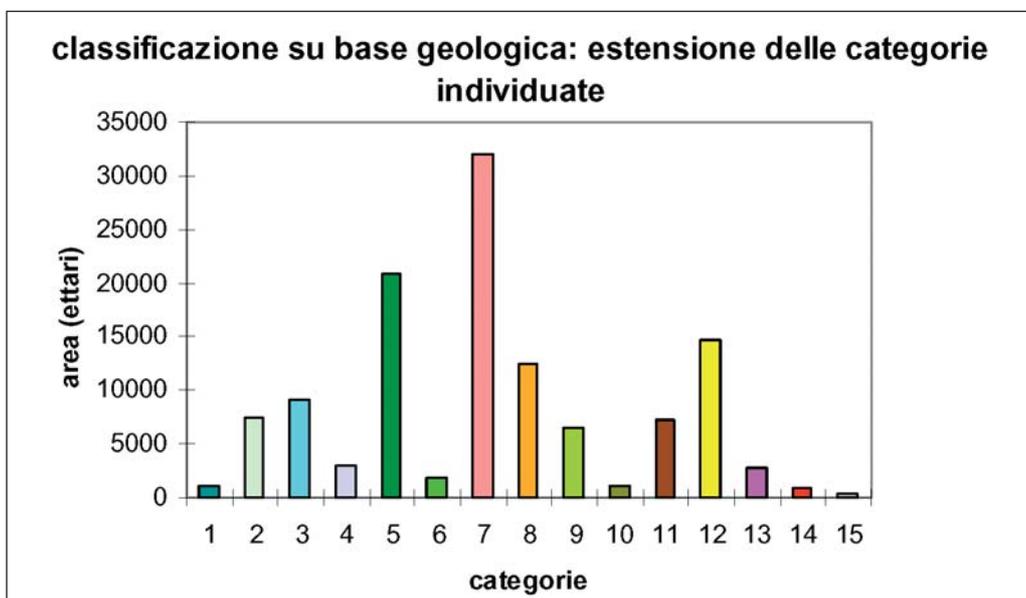


Figura 6.

Lizzano in Belvedere (alto Appennino bolognese, localizzazione schematizzata nella figura 5), naturalmente ricco in sorgenti. La Provincia di Bologna è l'Ente responsabile del progetto, il Servizio Geologico è stato coinvolto nell'iniziativa attraverso il Servizio Tutela e risanamento risorsa acqua della regione Emilia-Romagna (per maggiori informazioni si rimanda al sito www.provincia.bologna.it/ambiente/aqualabel/).

Chi scrive si è occupata, con la collaborazione della consulente Patrizia Scarpulla, di approfondire gli aspetti geologico-ambientali dell'area di studio, fornendo un inquadramento delle sorgenti e acquedotti locali (il cui tracciato è schematizzato nella figura 7) nel contesto delle rocce-magazzino già individuate, cartografate però con un dettaglio adeguato all'ambito comunale. Il territorio di Lizzano è per circa metà compreso nel bacino del Fiume Reno; le analisi svolte per il progetto "Aqualabel" costituiscono quindi un locale approfondimento della cartografia tematica sin qui descritta.

Inquadramento geografico e geologico

L'area di studio è compresa per la maggior parte nella tavola 1:25.000 251NE "Porretta Terme" della Carta Tecnica Regionale. Il limite meridionale corrisponde al crinale appenninico e al confine regionale, che passa



Figura 7.

attraverso le cime del Corno alle Scale (1944 m), del M. Cornaccio (1881 m) del Monte Gennaio (1812 m). Il territorio comunale è attraversato in senso approssimativamente Nord-Sud dallo spartiacque tra i bacini dei fiumi Reno e Panaro, che dal Corno alle Scale scende attraverso La Nuda (1826 m) fino a Monte Grande (1531 m) per ridiscendere verso l'abitato di Vidiciatico e risalire a Nord fino alla cima di Monte Belvedere (1138 m).

Dal punto di vista morfologico e geologico, nel territorio comunale si individuano tre settori, da Sud verso Nord.

- **Settore 1**, i rilievi con quote in prevalenza superiori a 1000 m s.l.m. e versanti fortemente acclivi, compresi tra il crinale e gli abitati di La Cà, Vidiciatico e Lizzano capoluogo. Qui dominano le unità geologiche costituite da alternanze regolari di arenarie medie e fini e peliti, che formano (in coppia) singoli strati dove i livelli arenacei possono avere spessore variabile da alcune decine di centimetri fino ad alcuni metri; singoli strati possono raggiungere anche una decina di metri di spessore. Gli strati mantengono una continuità laterale apprezzabile, come si può osservare in parete. Nella cartografia geologica a scala 1:10.000 disponibile presso il Servizio Geologico regionale (in corso di revisione per l'allestimento del foglio n. 251 a scala 1:50.000 della Nuova Carta Geologica d'Italia), le formazioni che corrispondono a queste caratteristiche sono indicate come Arenarie di Monte Cervarola (CEV) e Arenarie del Torrente Dardagna (DAR), l'età è prevalentemente miocenica inferiore, gli spessori delle successioni sedimentarie non interessate da deformazioni tettoniche possono essere compresi tra alcune centinaia di metri fino a quasi un chilometro. Queste unità sono comunemente deformate da pieghe che localmente si tagliano in sovrascorrimenti, strutture dotate di una tale continuità areale da essere cartografabili a scala regionale. Sempre a scala regionale si osserva la sovrapposizione (ora tettonica) di unità argillitiche e marnose caotiche (AVC, vedi oltre) a CEV, mentre localmente questi rapporti geometrici sono invertiti da sovrascorrimenti delle successioni di CEV, deformate in anticlinali rovesciate, sulle unità caotiche. Questa situazione è la più interessante dal punto di vista idrogeologico. Nel settore, i versanti hanno caratteristiche di buona stabilità e, solo localmente, e per lo più in corrispondenza di contatti tettonici sulle unità argillitiche, si rilevano accumuli di frana. In genere, queste frane sono date dalla coalescenza di più accumuli, mobilizzati in tempi successivi, che raggiungono spessori complessivi non inferiori a una cinquantina di metri.

- **Settore 2**, la fascia compresa tra i centri abitati di cui sopra e le pendici di Monte Belvedere. È caratterizzato da morfologia poco acclive e dalla presenza di diffusi corpi di frana che si impostano su un substrato dato da unità argillitiche caotiche (in prevalenza appartenenti all'"unità argilloso calcarea", AVC nella cartografia geologica a scala 1:10.000), associate a corpi isolati marno-

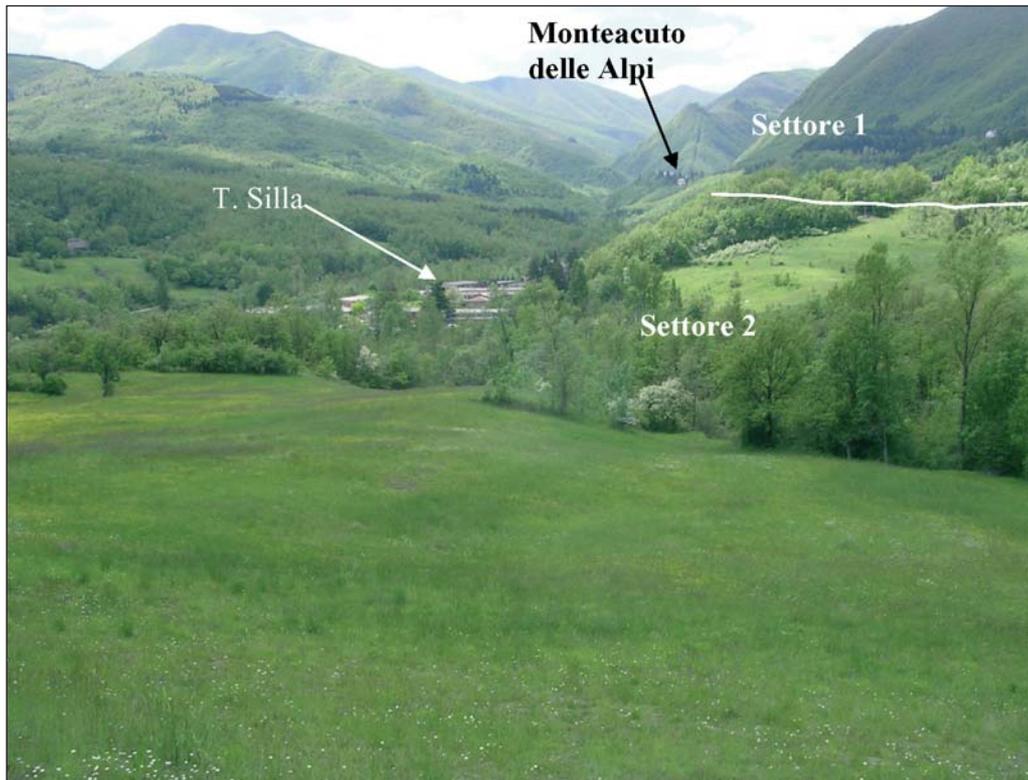


Figura 8.

si o arenaceo-pelitici tettonizzati. Questo “insieme” di terreni fortemente deformati, noto in letteratura geologica come “unità Sestola-Vidiciatico”, è dato da litotipi di età comprese tra il Cretaceo e il Miocene inf.; ad eccezione dei corpi di frana e dei lembi arenacei isolati, l’unità si comporta come un complesso idrogeologico a bassissima permeabilità.

- *Settore 3, il rilievo di Monte Belvedere*, dato dalle formazioni di Monte Venere e Monghidoro, alternanze di livelli arenacei, pelitici e di marne calcaree (queste ultime in banchi di spessore plurimetrico), di età compresa tra il Cretaceo sup. e il Paleocene

I settori 1 e 3 sono sede delle principali *rocce magazzino*, cartografabili nel territorio comunale di Lizzano.

La foto (Figura 8) riprende una panoramica della porzione più orientale del settore 1, con i rilievi di Monteacuto e Monte Grande che corrispondono a rocce-magazzino in CEV, delimitate frontalmente dalle formazioni dell’“unità Sestola Vidiciatico” del settore 2; i rilievi del settore 1 sono sede degli acquiferi che alimentano le sorgenti captate attraverso gli acquedotti comunali, come risulta dal tracciato di questi ultimi.

La geologia del settore 1 verrà quindi descritta con maggiore dettaglio nei paragrafi seguenti, commentando il confronto con la distribuzione delle sorgenti censite.

Il censimento delle sorgenti e prime analisi dei dati (a cura di P. Scarpulla)

L’inventario delle sorgenti presenti nel territorio comunale di Lizzano, e in particolare di quelle captate da acquedotto, eseguito nell’area del bacino del Fiume

Reno, è stato integrato attraverso altre fonti bibliografiche, tra cui la cartografia topografica dell’Istituto Geografico Militare (IGMI) rilevata negli anni ‘30 e ‘40 del secolo scorso. Le sorgenti così documentate sono state georeferenziate attraverso il programma GIS ArcView, ottenendo per ciascun archivio una copertura di punti (*layer*) associati a tabelle descrittive delle varie informazioni attribuibili ai singoli punti-sorgente, la natura delle quali varia a seconda dell’archivio consultato.

Queste sono le basi dati informatizzate in tal modo ottenute:

Sorgenti captate

Sorgenti digitalizzate sulla base dei dati cartacei presenti presso il Servizio Tecnico di Bacino Reno. Nelle pratiche complete, la localizzazione è stata effettuata a scala 1:10.000.

Informazioni principali contenute:

CODICE: identificativo

NOME: nome della sorgente

DATA CAPTAZIONE

Q_MIN: portata minima in l/s

Q_MAX: portata massima l/s

Q_CONC_L/S: portata concessa l/s

Q_CONC_MC/A: portata concessa in m³ all’anno

GIORNI: giorni di erogazione

ORE: ore di erogazione

Sorgenti documentate da ARPA - Ingegneria Ambientale per il Piano regionale di Tutela delle Acque (2003), le cui

informazioni sono pressochè coincidenti con i dati di cui sopra

Informazioni principali contenute:

COD_NOME: codice e nome sorgente

LOCALITA: località

ENTE GESTORE:

VOL_PREL_M: volume in m3/anno

ANNO_RIF: anno di riferimento delle erogazioni

DATA: data della misura di portata

PORTATA_ES: portata l/s

Sorgenti georeferenziate da base cartografica a scala 1:25.000, fornita dal Comune di Lizzano, corrispondenti a 29 scaturigini.

Informazioni principali contenute:

ID: identificativo

CODICE: codice della sorgente

LEGENDA: nome dell'acquedotto (?)

Sorgenti (SG) e del gruppo di sorgenti (GS) degli acquedotti del Comune di Lizzano, derivato dalla base informativa delle reti acquedottistiche ediz. 2003. La scala originaria di localizzazione è 1:10.000.

Principali informazioni contenute:

DEN_RIS_IDRICA: nome della sorgente

TIPO_NODO: SG, GS

MESI_UTILIZZO:

PORTATA MIN/MAX: portata (l/s)

PERIODO DI MAGRA: da ..a...

VOLUME: volume d'acqua in rete (m3x103/anno)

COD_RETE: codice dell'acquedotto

sorgenti libere o non captate da acquedotto

Sorgenti derivate dalla monografia "Sorella Acqua" della Provincia di Bologna. La scala utilizzata per la localizzazione è 1:10.000.

Informazioni principali contenute:

NUM/SORG:

LOCALITA':

Q_L_M: portata l/minuto

MESE_Q: mese della misura di portata

Sorgenti georeferenziate basandosi sulla carta escursionistica scala 1:50.000, pubblicata dal Servizio Sistemi Informativi Geografici della Regione Emilia-Romagna (a cura di R. Arcozzi)

Varie, indifferenziate

Solo per completezza, sono stati digitalizzati pozzi e sorgenti rappresentati nelle tavole della ctr a scala 1:25.000

Principali informazioni contenute:

ID:

TIPO: P (pozzo) S (sorgente)

Con valore storico

Sorgenti e pozzi digitalizzati sulla base dei raster delle tavolette 1:25.000 della carta (topografica) d'Italia dell'IGM.

Informazioni contenute:

ID: identificativo

TIPO: S (sorgente), P (pozzo)

CARATTERE: P (perenne), N (non perenne)

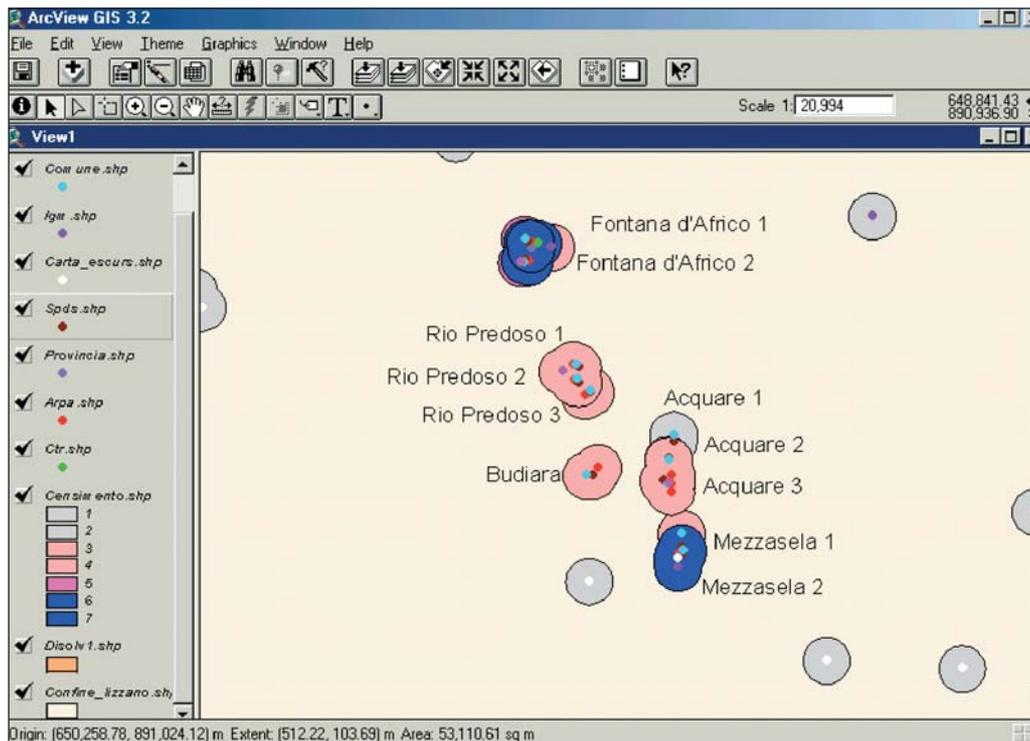


Figura 9.

I dati a disposizione sono stati analizzati ed elaborati per individuare le sorgenti maggiormente censite per confronto tra gli archivi acquisiti., nonché le eventuali sovrapposizioni nella localizzazione dei punti censiti. Per ogni strato informativo (*layer*) sono state create delle aree circolari (*buffer*) di 100 m, con centro nel punto relativo alla sorgente; le aree sono state unite con operazioni di *merge* e *dissolve* e a ognuna di esse è stato assegnato un valore in base alla densità di sorgenti che ricadevano all'interno (valori compresi tra 1 e 7). Un dettaglio è mostrato nella figura: visualizzando la legenda del *layer* e attribuendo un colore diverso ad ogni valore di censimento, si possono visivamente riconoscere le aree maggiormente censite e le rispettive sorgenti (Figura 9).

Queste sono, elencate in ordine decrescente:

Fontana d'Affrico (fraz. Vidiciatico)

Mezzasela (destra Rio delle Polle, pendici nord-orientali di Monte Grande)

Bagnadori (fraz. Pianaccio)

Rio Predoso (Vidiciatico, strada per Monte Pizzo)

Acquarè (destra Rio delle Polle, pendici nord-orientali di Monte Grande)

Madonna dell'Acero (santuario)

Corno alle Scale (tra Corno alle Scale e Cupolino)

Budiara (destra Rio delle Polle, pendici nord-orientali di Monte Grande)

Polla (pendici nord La Nuda)

Borghetti (pendici nord La Nuda)

Bassedà (T. Dardagna, ovest santuario Madonna dell'Acero)

Dardagna (T. Dardagna, a monte precente)

Il problema delle sovrapposizioni tra punti derivanti da rilevamenti diversi (per scala di indagine e/o periodo di esecuzione) e verosimilmente riferibili alle stesse scaturigini, emerge da un primo esame dei *files* ottenuti dalla sintesi dei dati raccolti. Ciò non sorprende ed è una caratteristica comune agli esiti di altri inventari condotti in ambito regionale, come già discusso nella sezione dedicata all'Appennino bolognese. Le differenze riscontrabili nella localizzazione di più punti censiti, verosimilmente riferibili alla stessa scaturigine, variano da 15 a 200 metri.

Questo problema non condiziona la delimitazione delle *rocce magazzino* perché si è visto che la distribuzione delle sorgenti rispetta in modo assai soddisfacente l'andamento dei limiti geologici, specie quando essi coincidono con limiti di permeabilità. Al contrario, imprecisioni nella localizzazione delle scaturigini risulterebbero intollerabili nelle analisi finalizzate (ad esempio) alla delimitazione delle prescritte zone di tutela assoluta e rispetto delle captazioni, ex art. 21 dlgs 152/99. Quindi, indipendentemente dalle strette finalità del progetto "Aqualabel", presso il Servizio Geologico regionale ha preso il via un'attività di revisione di campagna delle localizzazioni delle sorgenti censite, per un

loro definitivo riordino utile all'Amministrazione comunale. Verrà in questa occasione sperimentata anche la possibilità dell'uso del GPS, affiancato a sistemi più tradizionali, pur con le limitazioni imposte dalla morfologia e dalla vegetazione nell'area di studio.

È stata anche tentata una classificazione delle sorgenti captate sulla base delle portate documentate. Una eventuale differenziazione dei dati per classi di portata è possibile solo per quelli provenienti dal Servizio Tecnico di Bacino Reno e ARPA, e solo in base alla portata richiesta in concessione (che dipende quanto meno dalle portate minime naturali che caratterizzano il regime di quella sorgente). Sono stati assegnati il valore 1 a portate concesse (misurate in l/s) minori o uguali a 1, il valore 3 a portate concesse comprese tra 1 e 4, il valore 6 a portate maggiori di 4 (Figura 10).

Come si vede, per la maggior parte delle sorgenti sono state richieste in concessione portate minori di 4 l/s, se non addirittura minori o uguali all'unità. In particolare, a fronte di valori di precipitazioni medie tra le più abbondanti della Regione (il comune di Lizzano è compreso tra le isoiete 1750 e 1250 mm/anno in: Regione Emilia-Romagna, Servizio Meteorologico regionale, "I numeri del clima", 1995) il fatto che le sorgenti mediamente restituiscano portate di quest'ordine di grandezza è indicativo di *rocce magazzino* con permeabilità bassa, se paragonata a quella es. dei calcari che affiorano diffusamente nell'Appennino centro-meridionale. Questa caratteristica è tipica delle unità con alternanze di arenarie e peliti (in cui rientra CEV) che costituiscono più della metà delle *rocce magazzino* dell'Appennino emiliano-romagnolo, dove tali valori di portata media delle sorgenti sono comunemente riscontrabili.

Si fa notare come una delle sorgenti del raggruppamento "Fontana d'Affrico" della frazione Vidiciatico risulti assai cospicua, ricadendo nella classe maggiore di 4 l/s; la segnalazione anche storica nelle carte topografiche 1:25.000 IGMI, è indicativa di una sorgente senz'altro perenne e localmente importante.

Il grafico approfondisce l'aspetto delle portate d'esercizio e dei volumi annui massimi prelevati da sorgente, secondo i dati indicati dal Comune di Lizzano, nelle pratiche di richiesta di concessione depositate presso il Servizio Tecnico di Bacino; la maggior parte delle scaturigini ha portata minima compresa tra 0.5 e 1-1.5 l/s (Fig. 11).

Quasi a compensare portate di quest'ordine di grandezza, la discreta diffusione areale delle scaturigini fa sì che esse risultino comunque agevolmente utilizzabili in modo cumulativo, per adduzione ad un primo serbatoio da cui dipende la locale distribuzione.

Il totale delle sorgenti presenti nel Comune di Lizzano è dato dal *merge* di tutti gli strati informativi disponibili. Nella figura è schematizzato l'esito del censimento; sono rappresentate in colori diversi le sorgenti censite una sola volta, per ciascuna delle basi dati utilizzate (Fig. 12).

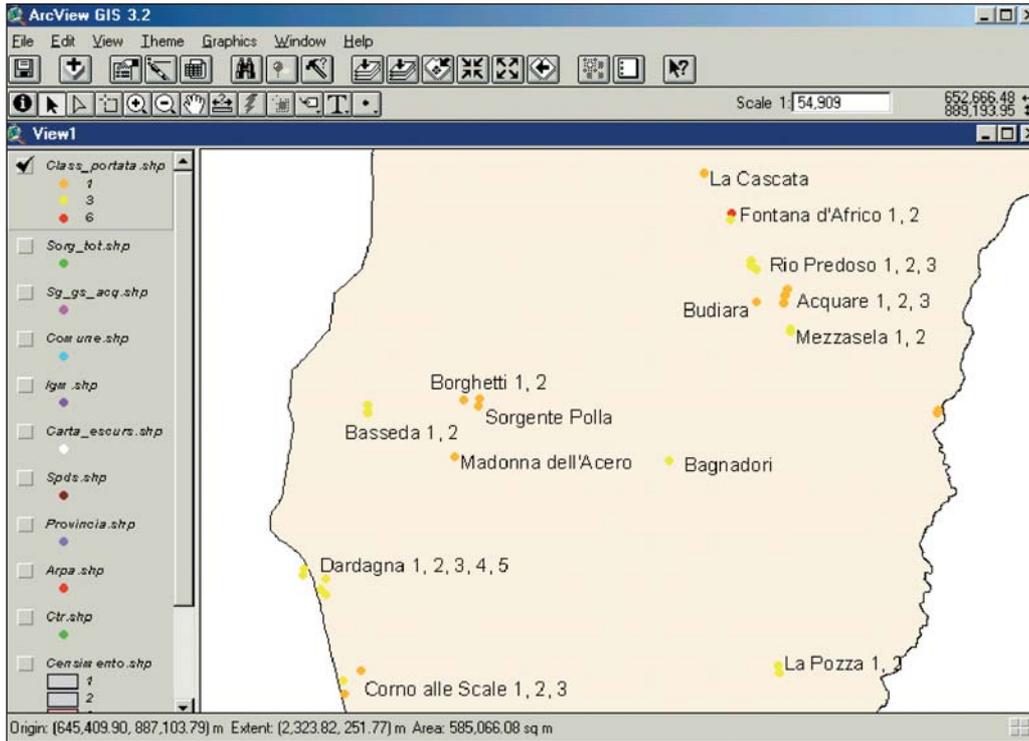


Figura 10.

Le rocce magazzino e loro classificazione

La distribuzione delle sorgenti censite sul territorio comunale è stata confrontata con la geologia, utilizzando le basi informative vettoriali ricavate dagli originali a scala 1:10.000 rilevata nell'area di studio per il Progetto Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000 (CARG). In particolare, sono stati consultati:

- Foglio 236 "Pavullo nel Frignano", carta e note illustrative (Bettelli, Panini & Pizziolo, 2002)
 - Sezz. 251020, 251030, 251040, 251060, 251070 (per la maggior parte originali d'autore inediti) rilevate a cura di M. Pizziolo, A. Iotti, S. Quagliere e soggette attualmente a parziale revisione
- Ciò ha permesso di delimitare le *rocce magazzino* nell'area di studio, considerando che, in modo soddisfacente,

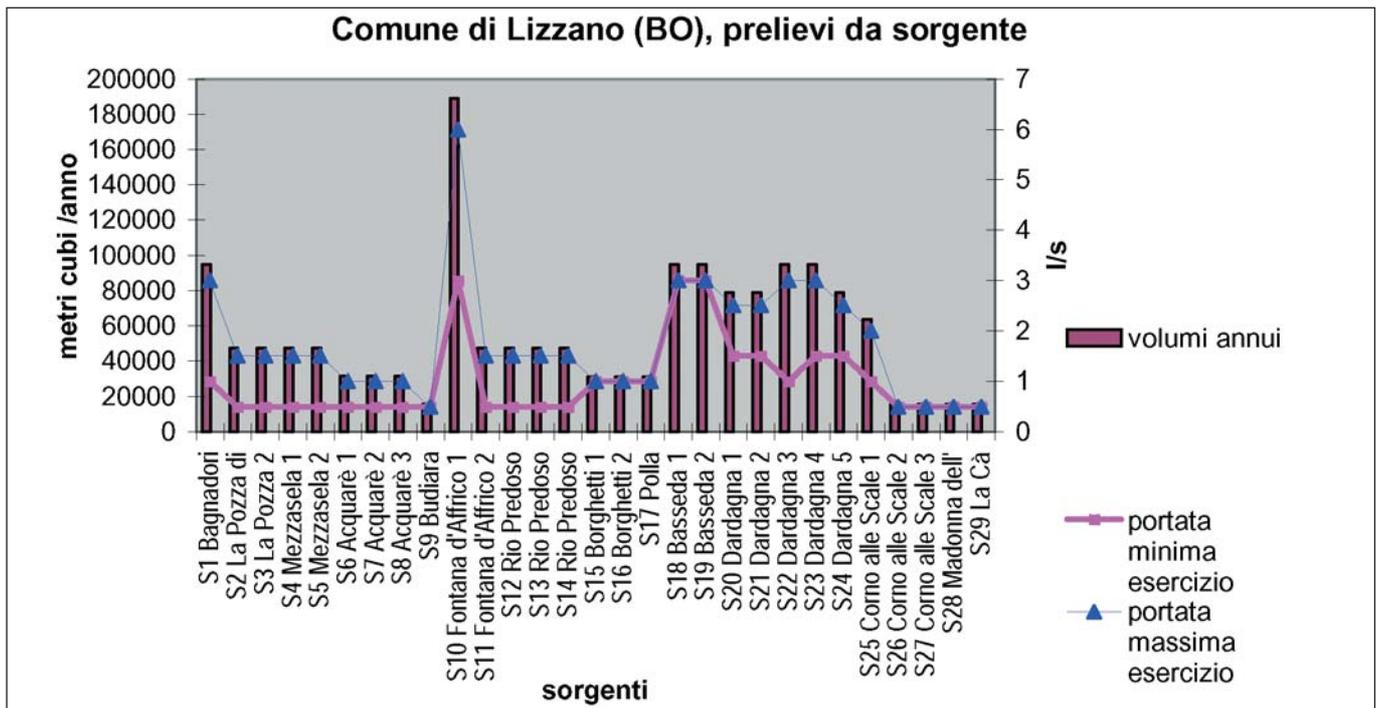


Figura 11.

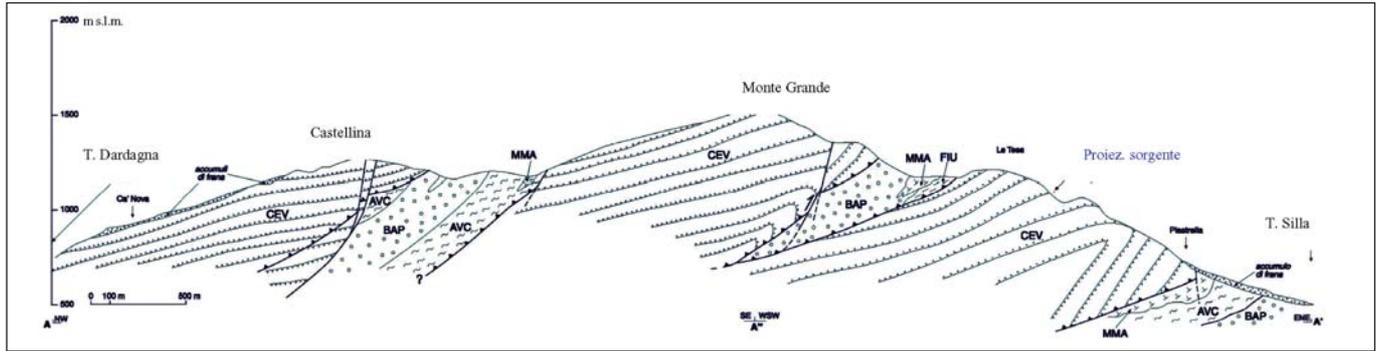


Figura 14.

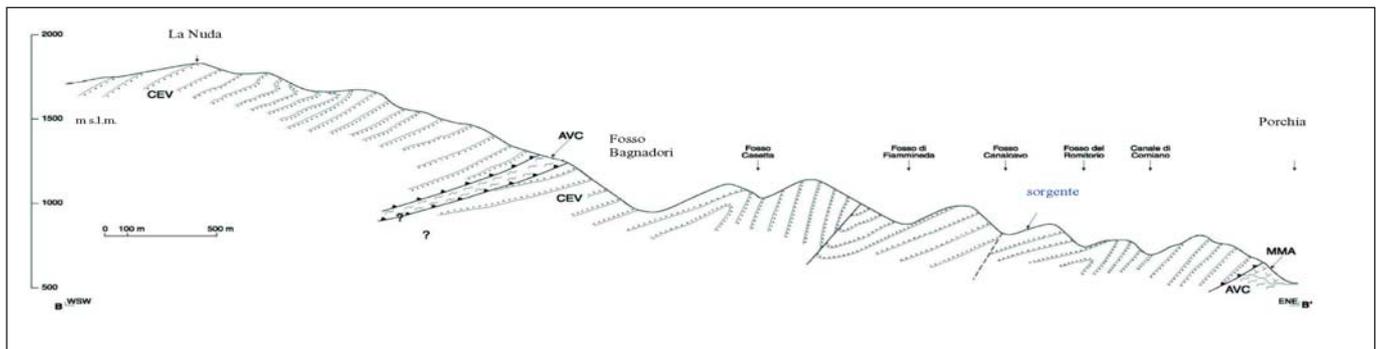


Figura 15.

La sezione A-A' parte dal T. Dardagna, raggiunge Monte Grande in direzione SE, piega verso NE verso il T. Silla. Evidenzia tre "placche" in cui gli strati arenaceo-pelitici di CEV, deformati in anticlinali rovesciate, sono suddivise dall'interposizione di spessori dell' "unità Sestola-Vidiciatico" (sigle AVC, BAP, FIU, MMA); nell'intraprendere un rilevamento di campagna volto a raffinare i dati sulle sorgenti libere, si darà la precedenza ai settori di CEV prossimi ai contatti di base e tetto, dove si hanno situazioni favorevoli allo sviluppo di scaturigini per soglia di permeabilità (Fig. 14).

La sezione B-B' va da La Nuda a Porchia passando a monte di Pianaccio; spostando il taglio più a sud di alcune centinaia di metri rispetto al precedente, le geometrie cambiano e in particolare le separazioni di unità a minore permeabilità scompaiono localmente, sostituita da CEV deformato da pieghe. Qui avanzare delle previsioni sulla localizzazione preferenziale delle sorgenti è più difficile, es. in prima approssimazione andranno tenuti in considerazione i versanti in cui la stratificazione è a franapoggio minore o uguale al pendio e i fondovalle (Fig. 15).

Estendendo le considerazioni derivate attraverso le sezioni geologiche, nel settore 1 i contesti geologici localmente favorevoli all'addensamento di sorgenti, sono dati da:

- successioni arenaceo-pelitiche piegate, in prossimità dei contatti con gli spessori di unità argillitiche caotiche, tettonicamente interposte
- corpi di frana, che hanno la caratteristica di essere

comunque associati (ricoprendoli) ai limiti di permeabilità rappresentati dal contatto CEV - unità Sestola-Vidiciatico e/o alla presenza di contatti tettonici o faglie interni a CEV, con la possibilità che, localmente, substrato e coperture detritiche siano idrogeologicamente connessi e dove lo sviluppo in profondità delle reti acquifere è legato strettamente alle locali caratteristiche della fratturazione (apertura, spaziatura, interconnessione), quest'ultima associata alla presenza dei contatti tettonici principali. Si possono infine evidenziare alcune faglie segnalate nella cartografia geologica e associate alla presenza di sorgenti censite, a titolo di informazione per successivi approfondimenti (Fig. 16).

Classificazione in base alle "situazioni idrogeologiche"

Considerando le differenze illustrate nelle sezioni, si è tentato di praticare un'ulteriore suddivisione delle rocce magazzino in settori dove, a parità di litologia, si abbiano geometrie e strutture arealmente continue equiparabili a "situazioni idrogeologiche" (Civita, 1994), dove un unico "modello" governa i percorsi delle acque nel sottosuolo e la localizzazione preferenziale delle sorgenti. Nella figura sono schematizzate queste suddivisioni proposte (la numerazione serve solo a differenziarle meglio). Come si vede, i colori sono estesi anche ai corpi di frana per i quali sia lecito ipotizzare una connessione idrogeologica locale con le formazioni del substrato (Fig. 17).

Per la scelta del tronco acquedottistico da sottoporre alla

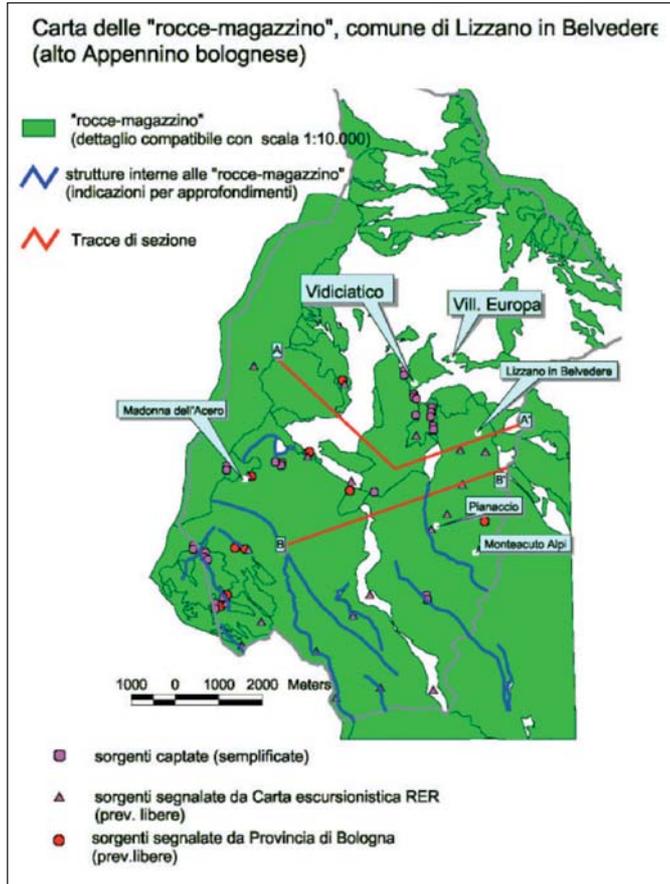


Figura 16.

sperimentazione del progetto "Aqualabel", si sono ricavate, **in prima approssimazione e solo a titolo indicativo**, le possibili aree di alimentazione di tre insiemi di scaturigini, applicando con modifiche il metodo morfologico-altimetrico (Piacentini, 1994). Tali aree sono state ottenute assumendo che

- non si estendano a valle dell'isoipsa passante per il gruppo di sorgenti di quota minore, lungo uno stesso versante
 - siano limitate lateralmente da torrenti (limiti di alimentazione)
 - siano limitate superiormente dal probabile spartiacque sotterraneo, che in CEV si può considerare coincidente con il limite del bacino idrografico (ipotizzando reti acquifere superficiali, vedi discussione in Canedoli *et alii*, 1994)
- Solo appropriati studi idrogeologici di dettaglio possono fornire indicazioni sulle effettive aree di alimentazione delle sorgenti, nei casi in cui un tale grado di approfondimento sia giustificato (es. episodi di inquinamento, pianificazione delle attività estrattive, rilascio di concessioni minerarie).

Nota sulle caratteristiche chimico-fisiche delle acque sorgive (a cura di P. Scarpulla)

In base all'omogeneità litologica, ci si aspetta che le acque presentino una sostanziale affinità dal punto di vista idrochimico, almeno per quanto riguarda i costi-

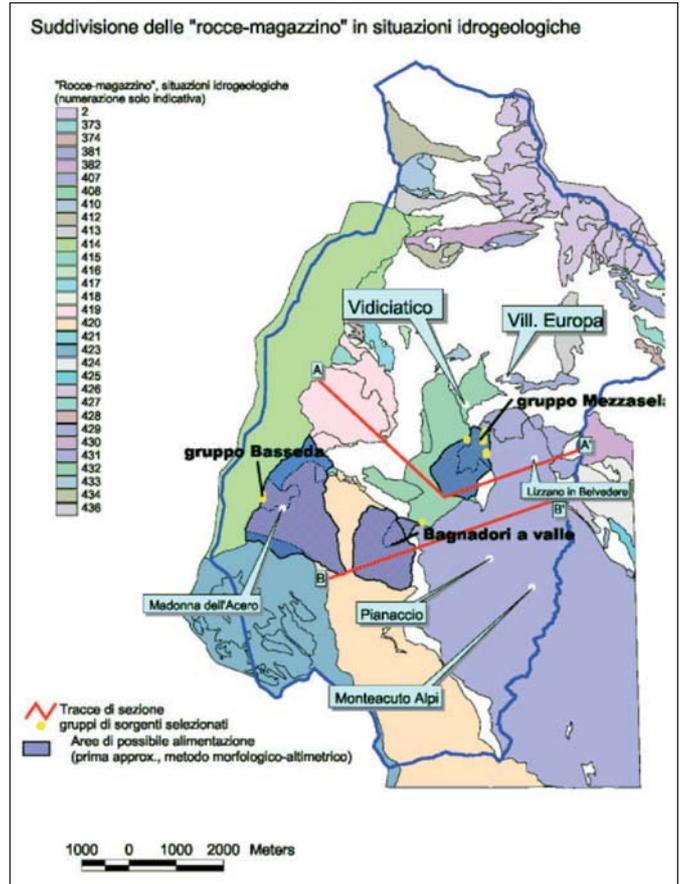


Figura 17.

tuenti principali. In particolare, da letteratura (Forti *et alii*, 1997) le acque della sorgente Bagnadori risultano classificabili nella famiglia delle bicarbonato-calciche, in accordo con quanto è documentato per i complessi idrogeologici affini o analoghi a CEV (es. Canedoli *et alii*, 1994). Nella monografia "Sorella Acqua" (Provincia di Bologna), le analisi dei campioni prelevati dalle sorgenti censite nel Comune di Lizzano indicano come gli ioni calcio e bicarbonato presentino le concentrazioni più elevate.

Dai dati analitici fisico-chimici resi disponibili dal Comune di Lizzano e derivati da campionamenti di cui era nota la localizzazione, eseguiti nel periodo dicembre 1995 – giugno 2003, sono stati tratti alcuni parametri significativi che vengono riportati nei grafici seguenti.

I colori indicano i punti di campionamento, ubicati nella figura 13.

Le *temperature* documentate sono comprese tra 9,8 e 17,3°C e si può pensare che, data la dispersione dei valori misurati nello stesso periodo (es. luglio 1997) siano piuttosto condizionati dal contesto (esposizione) in cui è localizzato il punto di campionamento: si osserva, ad esempio, come tra Villaggio Europa e Lizzano capoluogo siano documentati circa sette gradi di differenza. Le acque sono tutte classificabili come "fredde".

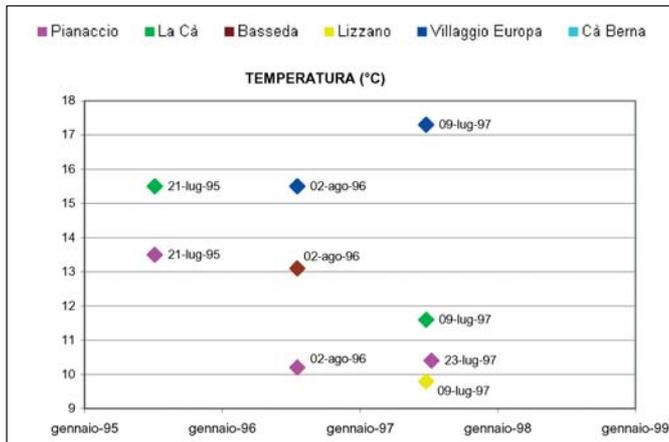


Figura 18.

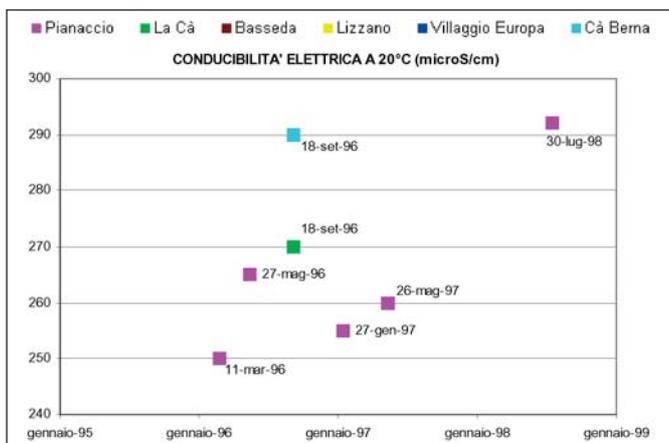


Figura 19.

Sono documentati valori di *conducibilità* compresi tra 250 e 292 microSiemens/cm indicativi di acque da oligo- a mediominerali; è interessante la risalita dei valori dall'inverno alla tarda primavera rilevata a Pianaccio negli anni '96 e '97.

A questi campioni corrisponde uno stesso andamento nei valori della *durezza totale*, forse da collegarsi alle dinamiche stagionali di alimentazione delle sorgenti dovuta all'infiltrazione di "nuove" acque legate allo scioglimento delle nevi e alla lenta restituzione delle acque già immagazzinate, più ricche in sali.

In base ai valori di *durezza* documentati, le acque sono classificabili da dolci a poco dure.

Considerando i valori di *ph* documentati, le acque sono classificabili come alcaline. (Figg. 18-21).

Conclusioni

In questo lavoro sono stati presentati alcuni dei risultati acquisiti nelle ricerche in corso presso il Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna, su un tema come quello delle acque sotterranee "di montagna" per il quale le informazioni o mancano o risultano di qualità disomogenea nell'ambito regionale. E' stato descritto anche un metodo di lavoro secondo cui, partendo da

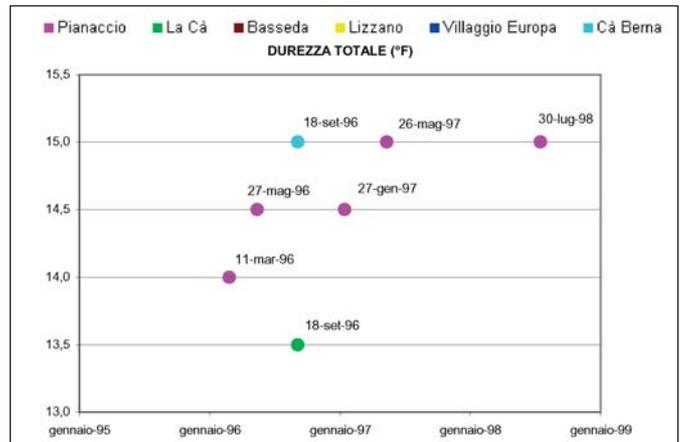


Figura 20.

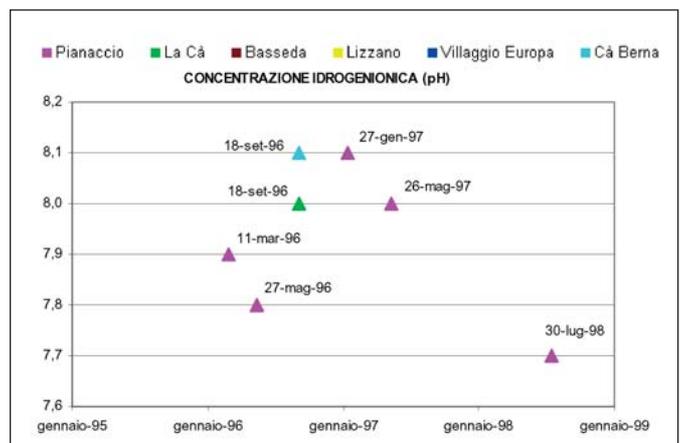


Figura 21.

una prima approssimazione nell'analisi territoriale, riferita all'Appennino emiliano-romagnolo, si approfondisce lo studio della localizzazione dei principali acquiferi, scendendo a un grado di dettaglio compatibile con l'ambito provinciale e comunale. I casi trattati si riferiscono nello specifico allo studio di sorgenti e *rocce magazzino* nelle aree del bacino montano del Fiume Reno e del comune di Lizzano in Belvedere (alto Appennino bolognese). La delimitazione delle unità geologiche che ospitano gli acquiferi localmente sfruttati nelle aree montane, rappresenta un esempio di come le conoscenze sulla geologia del territorio possano essere applicate per formare un appropriato inquadramento a successivi studi idrogeologici che, per il loro carattere specialistico, hanno carattere di approfondimento e risposta a problemi specifici. Sono state presentate le cartografie ottenute in questi lavori, evidenziati i problemi emersi e indicati gli approfondimenti utili a risolverli.

Bibliografia

AA.VV., 1997, *Le acque sotterranee del territorio montano e collinare della provincia di Bologna* (a cura di Francavilla F. e Raffaelli G.), Quaderni di tecniche di

protezione ambientale, n. 61, CNR-GNDICI, pubblicazione n.1671

Canedoli S., Cuoghi A.L., Franceschini A., Gorgoni C., Panini G., Pellegrini M. e Voltolini C., 1994, *Le risorse idropotabili dell'alto Appennino della provincia di Reggio Emilia*. In: Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi, alta pianura e Appennino della provincia di Reggio Emilia (a cura di M. Pellegrini), Quaderni di tecniche di protezione ambientale.

Ciancabilla N., Borgia G.C., Bruni R., Ciancabilla F., Palmieri S. e Vicari L., 2004, *Le sorgenti sulfuree dell'Alta Valle del Reno (Appennino bolognese): nuovi elementi per approfondire la genesi dei movimenti gravitativi profondi nei terreni argillitici caoticizzati dell'Appennino Tosco-Emiliano*, Il Geologo dell'Emilia-Romagna, anno IV/2004, n.18.

Civita M., 1994, *Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: teoria e pratica*, Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi. Quaderni di tecniche di protezione ambientale.

Forti P., Francavilla F. e Martini M., 1997, *Le acque delle sorgenti dei Bagnadori a Pianaccio di Lizzano in Belvedere: una risorsa da valorizzare*. In: AA.VV., 1997, *Le acque sotterranee del territorio montano e collinare*

della provincia di Bologna (a cura di Francavilla F. e Raffaelli G.), Quaderni di tecniche di protezione ambientale, CNR-GNDICI, pubblicazione n.1671

Piacentini D., 1994, *Zona di possibile alimentazione delle sorgenti: criterio di delimitazione con il metodo morfologico-altimetrico*. In: Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi: l'Appennino modenese, Quaderni di tecniche di protezione ambientale, CNR-GNDICI pubblicazione n. 949.

Provincia di Bologna, *Piano Territoriale Infraregionale*
Provincia di Bologna, Assessorato all'Ambiente, 1998, "...Sorella acqua... la fonte e il ricordo...".

Regione Emilia-Romagna, Servizio tutela e risanamento risorsa acqua, *Base informativa delle reti acquedottistiche (versione provvisoria) ediz. 2003 delle province di Bologna e Ravenna*

Regione Emilia-Romagna, Servizio Meteorologico regionale, "I numeri del clima", 1995)

Viel G., De Nardo M.T. e Montaguti M., 2003, *Schema Direttore della pericolosità geo-ambientale*, Servizio Geologico d'Italia e Servizio geologico, sismico e dei suoli, Regione Emilia-Romagna. 4th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Bologna, 17-20 giugno 2003.

AMBR GEO
Strumenti per Geofisica

Via Roveleto Landi, 3
29029 Rivergaro
(Piacenza)
Tel/Fax +39.0523.956119
Cell. 337.724562
info@ambrogeo.com
www.ambrogeo.com

omega graphics Bologna

