

# RISORSE IDRICHE STRATEGICHE NELLA "PLACCA" DI SERRAMAZZONI

Di Thomas Gemelli,  
Dottorato di Ricerca XV ciclo, "Geologia dell'ambiente e del territorio",  
Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

## Premessa

Nell'Appennino Modenese, come del resto in tutta l'area montuosa e collinare dell'Emilia-Romagna, le risorse idriche sotterranee sono particolarmente scarse, in quanto, generalmente, le formazioni geologiche acquifere presentano valori di permeabilità bassi e molto bassi. Per questa caratteristica, il regime delle sorgenti, con poche eccezioni, ricalca direttamente l'andamento delle precipitazioni, mentre il loro esaurimento è rapido, con portate nulle o molto basse durante il periodo estivo, proprio quando il fabbisogno idrico risulta più elevato, anche per la presenza turistica.

Nel comune di Serramazzoni, in particolare, a questa situazione, tipica dell'Appennino settentrionale, si aggiunge il fatto che il Capoluogo (popolazione del Comune pari a circa 6100 abitanti) sorge sulla sommità di una dorsale (la cosiddetta placca di Serramazzoni), mentre le sorgenti sono situate a quote sensibilmente più basse, rendendosi, pertanto, necessario un sollevamento della risorsa idrica di circa  $150 \div 175$  m.

In situazioni di rapido esaurimento delle risorse dinamiche di un acquifero (con riserve regolatrici nulle), con annullamento o fortissima riduzione delle portate delle sorgenti, durante brevi periodi dell'anno, la gestione delle risorse idriche può fare riferimento anche alle riserve geologiche o permanenti, ove questi esistano, che possono diventare "strategiche" per compensare, nel breve periodo, il deficit al fabbisogno idrico.

La presente nota prende in considerazione le caratteristiche idrogeologiche della "placca" di Serramazzoni, con particolare riferimento all'individuazione di riserve geologiche, "strategiche" per mitigare il deficit idrico della rete acquedottistica, durante i 15 o 20 giorni estivi, di maggiore frequentazione turistica.

## Inquadramento geografico

Il territorio studiato si trova nell'alta Val Tiepido, nel medio-basso Appennino modenese. Il Flysch di M. Cassio, formazione geologica caratterizzante la placca di Serramazzoni, forma, tutt'intorno a quest'ultima, ripide scarpate che la delimitano, mediante contatti

meccanici per faglia, dagli affioramenti dei terreni delle Successioni Liguri, costituenti il Mélange di Coscogno e il Complesso di base (II), che contorna l'intera placca (BETTELLI & PANINI, 1989; GASPERI et Alii, in stampa). Le quote maggiori si trovano nella parte sud-occidentale della placca e, presso l'abitato di Faeto, ove raggiungono i 904 m d'altitudine. Lo stesso paese di Serramazzoni è disposto lungo un crinale ad 800-840 m d'altezza; le principali elevazioni, il M. di Ravaglia (854 m) e il M. Cornazzano (720 m), sono ubicate a S di Monfestino (830 m). I corsi d'acqua principali, che nascono in questa zona montuosa, sono: tre affluenti del F. Panaro, il T. Tiepido e il T. Fossa a N e il Rio Torto a SE, e il T. Cervaro, a SW, che è un affluente del T. Rossenna (a sua volta affluente del F. Secchia).

## Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso formante la placca

Nell'area di Serramazzoni, sono stati effettuati 21 rilevamenti di dettaglio relativi al Flysch di M. Cassio, nei quali sono state svolte indagini "qualitative" e "semi-quantitative" e, ovunque fosse possibile, raccolte altre informazioni, come assetti di strato e orientazione delle discontinuità, per avere una distribuzione più omogenea dei dati.

L'indagine "qualitativa" consiste nella misurazione di tutte le superfici di discontinuità: per ognuna di queste, direzione e inclinazione, e delle eventuali lineazioni presenti sulle superfici stesse, e con osservazione, ove fossero presenti, del tipo di riempimento e le relazioni d'intersezione tra le varie strutture. In ogni stazione è stata effettuata anche un'indagine "semi-quantitativa", con l'obiettivo di individuare in qual modo la giacitura degli strati e delle discontinuità influisce sulla conducibilità idraulica dell'ammasso e sulle direzioni di flusso, perciò in ogni stazione sono stati misurati i seguenti parametri:

- sforzo di compressione uniassiale della roccia: questo parametro è stato misurato utilizzando il martello di SCHMIDT, sulle superfici di discontinuità;
- RQD (Rock Quality Designation): definisce il grado di fratturazione di un ammasso roccioso e si ricava valutando lungo l'affioramento l'integrità della roccia. L'indice RQD, è indicativo della qualità della roccia; ma una valutazione complessiva di questa deve tener conto anche delle condizioni di affioramento, della qualità d'esposizione degli strati, dei joints e dalle condizioni di riempimento delle discontinuità stesse;
- spaziatura: essa consiste nella distanza media tra joints appartenenti alla stessa famiglia, misurata perpendicolarmente alle superfici di discontinuità;
- frequenza lineare: è il numero delle discontinuità al metro. È un parametro indicativo sia della qualità e della permeabilità alla scala dell'affioramento;
- apertura: distanza, misurata perpendicolarmente al piano della discontinuità, tra le due pareti della stessa.

## Metodi d'indagine

In una prima fase d'indagine, mediante il rilevamento geologico - strutturale sul terreno, da fotoaeree e la relativa elaborazione con sezioni; si è ricostruita la geometria dell'acquifero e della falda, assumendo le sorgenti come emergenza della falda del serbatoio idrico. Il rilevamento delle coperture di versante ha consentito di distinguere (e separare da quelle del Flysch) le sorgenti ad esse connesse. Per definire almeno in via preliminare, la distribuzione del grado di permeabilità si è fatto riferimento al metodo di SNOW (1968), consolidato e sperimentato in ammassi rocciosi omogenei, ma non altrettanto in quelli litologicamente complessi, come nel caso delle formazioni geologiche affioranti a Serramazzone.

## La conducibilità idraulica

Il coefficiente di permeabilità, come noto, può essere definito come il volume d'acqua gravitativa che attraversa una sezione unitaria nell'unità di tempo, in presenza di un gradiente idraulico diverso da zero; esso esprime, con le grandezze fisiche di una velocità, l'attitudine di una roccia a lasciarsi attraversare dall'acqua in condizioni saturate. Si può schematizzare la filtrazione ed il trasferimento dell'acqua all'interno delle formazioni secondo quattro tipi di permeabilità: I) permeabilità per porosità, II) permeabilità per fessurazione, III) permeabilità per fessurazione e dissoluzione e IV) permeabilità per fessurazione e porosità. Il tipo di permeabilità che interessa il Flysch di M. Cassio, affiorante a Serramazzone, è soprattutto per fessurazione, acquisita dall'ammasso roccioso durante le fasi tettoniche che hanno interessato l'Appennino.

È stato possibile studiare l'andamento della conducibilità idraulica dell'ammasso roccioso della placca di Serramazzone, mediante alcuni parametri geometrici, rilevati in affioramento, vale a dire direttamente sul terreno. Questo tipo d'analisi è basato sulla condizione d'integrità della roccia, in funzione della percentuale delle discontinuità presenti, e della loro frequenza al metro lineare. Per ottenere il valore del modulo della permeabilità media, interessato da un numero qualunque di sistemi di discontinuità, è stata applicata la formula seguente, già adottata da vari Autori, quali SNOW (1968), KIRALY (1969) e LUIS (1974) dove:

- d = apertura media della famiglia i-esima (in m)
- f = frequenza media della famiglia i-esima
- g = accelerazione di gravità
- m = viscosità dinamica basata sulla temperatura dell'acqua.

Bisogna però precisare che le misure dell'apertura media delle famiglie è influenzata dalla condizione e dalla qualità dell'affioramento. Una variazione nella stima di questa lettura può, infatti, provocare una variazione nel valore della conducibilità, anche di qualche ordine di grandezza. Un'altra considerazione da fare è quella della persistenza delle discontinuità



all'interno dell'ammasso roccioso, che risultano più chiuse rispetto a quelle in affioramento, dove sono "allargate" per detensionamento, dalla degradazione meteorica e chimica, ecc.; per calcolare il valore della viscosità dinamica relativa alla temperatura media dell'acqua, per quest'ultima si è assunto il valore di 14 °C, pari alla temperatura media annua dell'area e all'acqua delle sorgenti.

Tenendo presente di uno studio preesistente sulle sorgenti, finalizzato alla determinazione del grado di vulnerabilità degli acquiferi nell'Appennino modenese (BORSARI et alii, 1994) ed alla luce di questi dati è stato possibile ricavare una carta della permeabilità (FIG. 1) dove si possono distinguere aree con valori di permeabilità variabili. Il risultato dell'indagine, dimostra che il metodo trova un oggettivo riscontro in una situazione reale; infatti, le zone con valori di permeabilità più alta corrispondono a quelle che contengono le sorgenti più importanti, come quelle delle "cascate del Rio Busamante", dove il valore calcolato è uguale a circa  $5 \times 10^{-3}$  m/s, simile a quelli di tutta la zona a SE e N di Monfestino, mentre valori intorno a  $2 \times 10^{-3}$  m/s sono stati rilevati presso il "Rio della Pulce" a NW di Serramazzone, e in prossimità di Faeto. Nella maggior parte della placca i valori della conducibilità idraulica sono medio-bassi, intorno a  $1 \times 10^{-4}$  m/s. L'abitato di Serramazzone è posto in un'area dove sono stati rilevati i valori più bassi della permeabilità, intorno a  $1 \times 10^{-5}$  m/s.

## Fattori che influenzano la distribuzione delle sorgenti

È interessante verificare quale relazione intercorre fra i terreni a differente permeabilità e l'ubicazione delle sorgenti. I dati ricavati dal rilevamento strutturale, come sopra accennato, identificano alcune aree a maggiore permeabilità, che si concentrano alla testata del Rio Busamante presso Monfestino e nel settore W della placca, sotteso dalle sorgenti di Varana e dell'acquedotto di Serramazzone. In queste aree si hanno, evidentemente, i maggiori fenomeni infiltrativi, di alimentazione della falda. Da un punto di vista della vulnerabilità della falda agli inquinamenti, occorre far notare che in queste aree si hanno coperture boschive, o zone agricole, mentre i valori di permeabilità più bassi si hanno proprio in corrispondenza delle aree

urbanizzate: si realizza, pertanto, una situazione favorevole per la protezione delle risorse idriche sotterranee dall'inquinamento potenziale.

Si nota che alcune sorgenti sono ubicate in aree dove i valori di permeabilità sono tra i più bassi rilevati nella placca (vedi località Crocetta ad E di Monfestino): in questo caso le condizioni di permeabilità sono controllate da dislocazioni tettoniche di tipo lineare, corrispondenti ad importanti faglie e fratture ad andamento appenninico. La stessa caratteristica sembra essere associata anche alle sorgenti situate a S di Ponte Lama (a W di Serramazzone), dove si osservano joints ad andamento antiappenninico, rilevabili nell'affioramento della cosiddetta "Vanga del Diavolo", grande, tipica successione di strati, osservabile nel margine sud della placca (AUTORI VARI, 1999).

La placca di Serramazzone è delimitata, tutt'intorno, da una coltre detritica, che nasconde il contatto tra il Flysch ed il sottostante Mélange. In corrispondenza di questo contatto, soprattutto a N (Busamante, Rio della Pulce, ecc.), è posto il maggior numero di sorgenti e, fra queste, quelle più importanti per portata. Anche a W, in prossimità della faglia settentrionale a direzione antiappenninica, presso Ca' de' Cocchi, nei pressi della strada che collega Campodolio e San Pellegrinetto, sono presenti gruppi di sorgenti ed una sorgente singola, in evidente relazione con questo limite geologico.

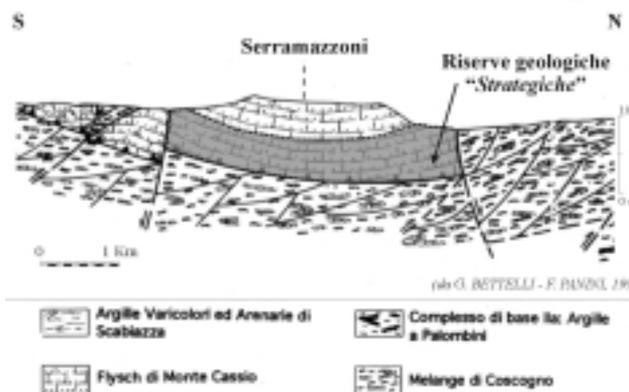


Fig. 2 - Schema strutturale dell'area di Serramazzone, che mette in evidenza la presenza di importanti riserve geologiche poste nella formazione del Flysch di M. Cassio

L'acquifero o serbatoio idrico corrisponde, evidentemente, alla formazione del Flysch di M. Cassio, costituente la placca di Serramazzone, e possiede una conducibilità idraulica variabile nello spazio; le principali soglie di permeabilità sono rappresentate dal contatto tettonico, per faglia, tra il Flysch medesimo ed i complessi impermeabili di base che lo tamponano lateralmente. La geometria della placca è in funzione della natura del contatto tettonico ed individua una serie d'emergenze per soglia di "permeabilità sottoposta", secondo uno schema riportato in FIG. 2.

Da un punto di vista idrogeologico, tra tutti i tipi di masse detritiche, assumono maggior rilevanza quelli

colluviali, di versante e da frana, che sono disposti con una maggior distribuzione nei versanti a NE, che mascherano le sorgenti geologiche, connesse all'acquifero principale, costituito dal Flysch. Il ruolo di queste coperture di versante sarà quello di trasferire l'emergenza dalla falda, vale a dire la sorgente "geologica", a quote più basse. Una corretta captazione, pertanto, dovrà tendere a mitigare questa situazione, avvicinando con trincee drenanti e pozzi (o dreni suborizzontali), l'opera di presa all'emergenza profonda.

Il reticolo della rete idrografica superficiale appare sviluppato in maniera molto asimmetrica, tant'è vero che in tutto il versante sud mancano corsi d'acqua importanti. Questi s'impostano, invece, sul versante nord, che è molto meno acclive e, quindi, più sviluppato, e dove sono controllati da importanti lineazioni tettoniche, che, evidentemente, ai fini dell'erosione lineare, hanno determinato un decadimento della compattezza dell'ammasso roccioso. Alla base della placca, questi corsi d'acqua (Rio Busamante, Rio delle Pulci ed alcuni affluenti del torrente Tiepido e Fossa) formano solchi vallivi molto profondi, che svolgono un'importante ruolo di drenaggio della falda, essendo caratterizzati da un cospicuo deflusso di base, che si materializza proprio alle quote corrispondenti a quelle delle principali sorgenti. Sulla base di queste osservazioni e della distribuzione del grado di permeabilità dell'ammasso roccioso, la placca di Serramazzone può essere suddivisa secondo quattro bacini idrogeologici principali, d'alimentazione delle sorgenti e del deflusso di base dei corsi d'acqua (FIG. 3).



Fig. 3 - Carta delle aree di possibile alimentazione delle sorgenti censite nella zona di Serramazzone. Legenda: 1) sorgenti singole; 2) gruppo di sorgenti; 3) direzione principale di alimentazione dei bacini di raccolta; 4) area di alimentazione di una o più sorgenti; 5) limite della "placca" di Serramazzone; 6) maggiori vie di comunicazioni

### Conclusioni

La placca di Serramazzone, costituita da Flysch di M. Cassio, ha una forma grosso modo prismatica, debolmente inclinata verso N (assetto asse della sinclinale N 305° / 02°), caratterizzata da un grado di permeabilità medio-basso (da  $4 \times 10^{-3}$  a  $5 \times 10^{-5}$  m/s), che immagazzina le precipitazioni efficaci di un'area di circa 20 km<sup>2</sup>, che si infiltrano in profondità, fino al sottostante Mélange di Coscogno (= substrato dell'acquifero). Le

acque infiltrate sono restituite sia come deflusso di base dei corsi d'acqua, sia da sorgenti poste soprattutto sul versante N della placca; tuttavia occorre fin d'ora sottolineare che sorgenti e corsi d'acqua restituiscono le riserve dinamiche, in assenza di riserve regolatrici, cioè in una situazione molto sfavorevole per l'utilizzazione della risorsa idrica a fini acquedottistici: il tasso di rinnovamento risulterà elevato, con capacità regolatrice dell'acquifero praticamente nulla. Lo studio idrogeologico sino ad ora effettuato sulla placca di Serramazzone ha permesso di individuare aree nelle quali si concentra l'infiltrazione e, soprattutto, la possibilità che esistano importanti riserve geologiche, al di sotto della quota di trabocco delle sorgenti e per alcune centinaia di metri sotto il contatto tettonico Flysch di M. Cassio - Mélange di Coscogno. (FIG. 4). Secondo una pratica corrente e sperimentata in molti (BONI 1968) per brevi periodi dell'anno, quando il fabbisogno idrico è elevato (nel caso di Serramazzone, circa due o tre settimane del mese d'agosto) e, contemporaneamente, le riserve dinamiche dell'acquifero si esauriscono, si può fare assegnamento sull'acqua delle riserve geologiche, che diverrebbero strategiche per l'approvvigionamento potabile estivo. Queste potranno essere ricostituite, come quelle dinamiche, nel periodo autunnale ed in invernale, quando si determina un'eccedenza idrica per l'infiltrazione. L'utilizzazione delle riserve geologiche dovrebbe avvenire mediante pozzi o dreni suborizzontali, da posizionare, soprattutto, sul margine nord ed ovest della placca, ad esempio in prossimità delle sorgenti dell'acquedotto di Varana. Un'altra risorsa idrica per usi acquedottistici potrebbe essere, inoltre, rappresentata dal deflusso di base di alcuni corsi d'acqua (Rio Busamante e Rio delle Pulci): ma, in questo caso, sarebbero necessari serbatoi d'accumulo con capacità regolatrice almeno giornaliera.

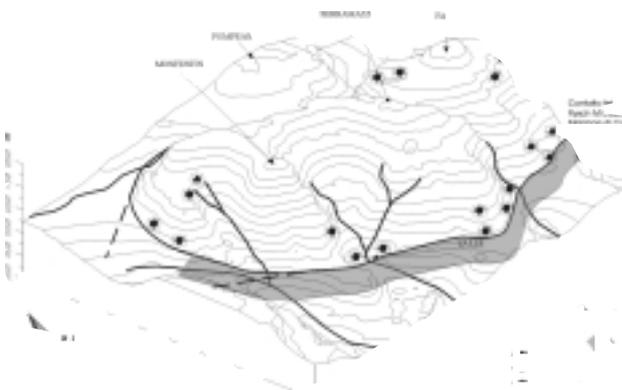


FIG. 4 - Rappresentazione tridimensionale della "placca" di Serramazzone; raffigurante la distribuzione delle sorgenti in prossimità del contatto tettonico Flysch di M. Cassio - Mélange di Coscogno, che individua la presenza di importanti riserve geologiche. Legenda: 1) sorgenti singole; 2) gruppo di sorgenti; 3) corsi d'acqua principali; 4) riserve geologiche permanenti; 5) contatto tettonico Flysch di M. Cassio - Mélange di Coscogno

Gli studi idrogeologici sulla placca di Serramazzone, per un uso razionale della risorsa idrica a fini potabili, dovranno essere necessariamente effettuati sulla base di misure di portate di corsi d'acqua e sorgenti, soprattutto durante il periodo estivo, per la determinazione di alcuni parametri idrogeologici fondamentali, quali il coefficiente d'esaurimento e la determinazione dei volumi delle risorse dinamiche immagazzinate. •

#### Bibliografia

- AUTORI VARI (1999) - *I Beni Geologici della Provincia di Modena*. Univ. di Modena e Reggio Emilia e Amm. Provinciale di Modena, Artioli ed., Modena.
- BETTELLI G. & PANINI F. (1987) - *I melanges dell'Appennino settentrionale dal T. Tresinaro al T. Sillaro*. Mem. Soc. Geol. It., 39, pp. 187-214.
- BETTELLI G. & PANINI F. (1992) - *Introduzione alla geologia del settore sud-orientale dell'Appennino emiliano*. In: ... Guida alla traversata dell'Appennino settentrionale. Soc. Geol. It., 76, pp. 207-260.
- BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P. & PANINI F. (1987) - *Schema introduttivo alla geologia delle Epiliguridi dell'Appennino modenese e delle aree limitrofe*. Mem. Soc. Geol. It., 39, pp. 215-244.
- BIENIAWSKI Z.T. (1989) - *Engineering rock mass classifications*. Ed. Wiley & S. 270 pp.
- BONI C.F. (1968) - *Utilizzazione delle riserve idriche permanenti per regolare il regime delle sorgenti di trabocco*. Geol. Romana, 7
- BORSARI C., PIACENTINI D., VANDINI R. & ZANNI S. (1994) - *Carta delle aree di possibile alimentazione delle sorgenti censite nell'Appennino Modenese con l'ubicazione delle fonti inquinanti potenziali: note descrittive. Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi*, Quad. Tec. di Protezione Ambientale, 6, pp. 12-65, Pitagora Ed., Bologna.
- BORSARI C. & COLOMBETTI A. (1994) - *Le caratteristiche di permeabilità delle formazioni dell'Appennino Modenese e considerazioni su alcuni parametri fisici e chimici delle acque delle sorgenti. Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi*, Quad. Tec. di Protezione Ambientale, 6, ed. PITAGORA, pp. 79-105.
- CELICO P. (1988) - *Prospezioni idrogeologiche*. Liguori ed., Napoli. 530 pp.
- FRANCANI V. (1997) - *Idrogeologia Generale e Applicata (Geologia Applicata 2)*. "Città studi Edizioni", Milano. 345 pp.
- GASPERI G., BETTELLI G., PANINI F. & PIZZIOLO M. (in stampa) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 219 "Sassuolo"*. Servizio Geologico d'Italia e Regione Emilia-Romagna, Roma.
- GASPERI G., BETTELLI G., PANINI F. & PIZZIOLO M. (in stampa) - *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 219 "Sassuolo"*. Servizio Geologico d'Italia e Regione Emilia-Romagna, Roma.
- HANCOCK P. L. (1985) - *Brittle microtectonics: principles and practice*. Journ. Struct. Geol., 7 (3/4), pp. 437-457.
- SCESI L. & SAIBENE L. (1986) - *Valutazione della permeabilità di un ammasso roccioso tramite rilevamento geologico-strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., 32, pp. 253-277.
- SNOW D.T. (1968) - *Rock fracture spacing, opening and porosities*. Soil Mechs. Found. Div., Amer. Soc. Civ. Engrs., 94, pp. 73-91.