

# La falda superficiale sanbenedettese (Piceno)

## Dati preliminari

P.V. Curzi\*, M. Ciabatti\*\*, E. Rabbi\*\*

\*DISTART (Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti, delle Acque, della Rilevazione del Territorio) - Università di Bologna

\*\* DSTGA (Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali) - Università di Bologna

### Introduzione

S. Benedetto del Tronto è una cittadina di mare del Piceno di circa 55.000 abitanti, sorta come villaggio di pescatori, che ha raggiunto il suo massimo sviluppo nel dopoguerra principalmente negli anni sessanta-settanta. L'area urbana si estende in una zona pianeggiante, limitata ad ovest dall'Appennino e ad est dal mare Adriatico.

Come nel resto del Paese, soprattutto nei mesi estivi, l'acqua dell'acquedotto può essere utilizzata esclusivamente per scopi domestici mentre ne è vietato l'uso per innaffiare giardini, lavare strade, autovetture ed altro.

Per irrigare giardini ed orti, questi ultimi ancora esistenti nell'agglomerato cittadino, si ricorre ad emungere acqua dalla falda freatica sfruttando pozzi esistenti od altri da perforare.

Considerati i limiti della situazione idrologica della cittadina, è parso utile avviare una ricerca volta ad acquisire una migliore conoscenza dei caratteri della falda, soprattutto per quanto concerne la qualità dell'acqua ed i suoi rapporti con il mare.

In questa fase di studio, mediante misure direttamente effettuate in pozzi accessibili ed analisi di laboratorio, è stato possibile acquisire una prima serie di dati circa la composizione chimica delle acque, il loro contenuto in solidi totali e la loro durezza. Vengono inoltre prospettate alcune linee di ricerca per ulteriori e più approfondite indagini.

### Inquadramento geo-sedimentologico

L'evoluzione geologica della costa studiata, parte di quella marchigiana, è molto recente. Infatti, durante la fase tettonica plio-pleistocenica si verificò, in un quadro generale di attività distensiva, il collassamento di gran parte dell'area con ripristino di condizioni di sedimentazione marina anche nella fascia costiera attualmente emersa.

La pianura sanbenedettese è stata costruita dalla sedimentazione e dall'erosione marina avvenute durante gli ultimi interglaciali e glaciali, fino all'Ottimo Climatico, di 4,5 ka, quando è stata invasa dal mare per l'ultima volta.

Quest'ultimo si è ritirato, con successivi arretramenti ed avanzamenti, fino ad assumere l'attuale posizione. In tempi storici la pianura era ancora una palude, bonificata solo in parte nel diciassettesimo secolo.

Dai dati acquisiti sul terreno, ancora da elaborare, di una campagna geognostica effettuata nella stessa zona è possibile ricostruire, a grandi linee, la seguente litostratigrafia superficiale (primi venti metri circa). Alla base, giace uno spessore variabile di argille limose e limi argillosi, probabilmente di ambiente marino. Sabbie, con ghiaie e sabbie, stanno sopra i limi con spessori variabili da 11-12 m a nord e da 2 a 4 m a sud, da riferire al ritiro della spiaggia verificatosi successivamente all'Ottimo Climatico. Infine, terreno agrario e/o di riporto, dello spessore da pochi decimetri ad un

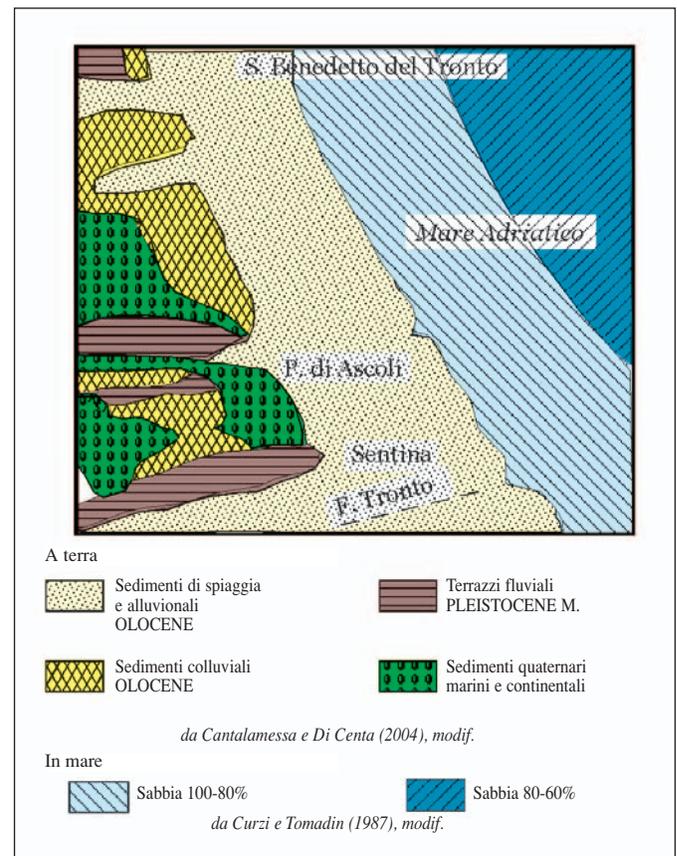


Fig.1 - Schema geo-sedimentologico dell'area in studio.

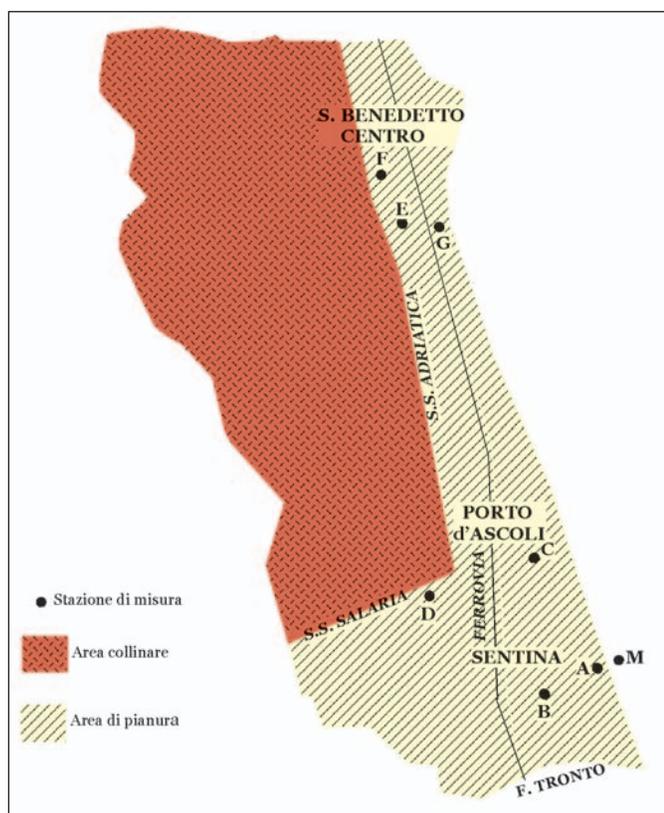


Fig. 2 - Ubicazione stazioni di misura.

paio di metri, molto variabile da zona a zona, chiude la successione.

Sulle colline, la sedimentazione marina è continua fino al termine dell'Emiliano (circa 1,2 Ma), quando inizia un'alternarsi di ambienti di sedimentazione marina e continentale fino al confine tra Pleistocene inferiore e medio, al quale segue un ambiente prettamente continentale. Quindi le colline sanbenedettesi sono costituite da sequenze prettamente marine, di mare basso, marine-continentali, e continentali, tutte quaternarie, dall'Emiliano all'attuale (Cantalamessa e Di Centa, 2004).

Verso est, la spiaggia attuale passa, in eteropia di facies, sotto alle sabbie della Trasgressione Olocenica e sopra ai sedimenti fini olocenici ed attuali, che costituiscono un drappo pelitico progradante verso il largo (Curzi e Tomadin, 1987).

Nella Fig.1 sono sintetizzati i principali lineamenti geologici e sedimentologici dell'area oggetto di studio.

## Metodologie

Nell'Ottobre del 2004, sono state studiate le acque di sei pozzi, scelti in base alla loro accessibilità, del territorio comunale di S.Benedetto del Tronto. Inoltre, per confronto, sono state condotte indagini anche su acque marine in prossimità della foce del F.Tronto e in un laghetto a breve distanza dal litorale. Le ubicazioni delle otto stazioni di misura sono riportate nella Fig.2.

Nei pozzi, a varie profondità (fino ad un massimo di 16 m),

sono state effettuate misure di temperatura e conducibilità. Oltre alle misure in sito, sono state effettuate anche analisi chimiche su campioni di acqua raccolti in prossimità del fondo dei quattro pozzi muniti di pompa idraulica. La conducibilità elettrica, che rappresenta un importante parametro per una prima caratterizzazione delle acque, è stata rilevata con conducimetro WTWLF191 dotato di un cavo della lunghezza di 20 m che veniva calato nei pozzi. Lo strumento funziona a due temperature di riferimento e precisamente di 20° e 25°C. I valori sono espressi in microSiemens/cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) o in milliSiemens/cm ( $\text{mS}/\text{cm}$ ) a seconda del contenuto salino. Tutte le conducibilità, misurate alla temperatura di riferimento di 25°C (valore di taratura dello strumento), sono state riportate alla temperatura standard di 20°C tenendo presente che la conducibilità varia del 2% per ogni grado di temperatura. Si può ricorrere anche alla formula (Celico, *prospezioni idrogeologiche*, vol.1):

$$C_{20} = C_m \cdot \alpha$$

ove  $C_{20}$  è la conducibilità alla temperatura standard di 20°C,  $C_m$  è quella strumentale ed  $\alpha$  è un coefficiente che si ricava da apposite tabelle.

Dai valori della conducibilità in  $\mu\text{S}/\text{cm}$  si è potuto risalire a quelli della quantità totale di solidi disciolti nell'acqua mediante la relazione:

$$ST = \alpha \cdot C_{20}$$

ove  $\alpha$  è un coefficiente variabile con la conducibilità (Nguyen Van Cu, 1961).

I valori di ST, in milligrammi/litro, verranno in seguito riportati in grammi/chilogrammo e indicati anche come salinità. Occorre ricordare che la salinità, così calcolata, non corrisponde al cosiddetto residuo fisso in quanto può essere comprensiva di sostanza organica, acqua di idratazione e cristallizzazione, mentre, come è noto, il residuo fisso viene misurato a 180°C dopo filtraggio dell'acqua.

## Risultati

Nella Tab.1 sono riportati, per le varie stazioni e per le varie profondità nei pozzi, i valori della temperatura T (°C), della conducibilità  $C_m$  alla temperatura di 25°C ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), della conducibilità riportata alla temperatura standard di 20°C e dei solidi totali (g/Kg).

La misura in mare, effettuata a pochi decimetri di profondità sulla spiaggia sommersa ubicata al largo della Torre di Avvistamento della Sentina, ha fornito un valore di ST (17,0‰) nettamente inferiore alla salinità delle acque marine. La vicinanza, circa 1 Km, della foce del F.Tronto, le abbondanti precipitazioni cadute nella settimana precedente e le *long shore currents*, dirette prevalentemente verso nord-ovest ossia dalla foce verso la stazione di misura, rendono ragione di questo scostamento.

I dati raccolti in tre punti del laghetto costiero, profondo pochi decimetri e contenuto in una depressione morfologica del diametro di una ventina di metri posta poco a sud della Torre di Avvistamento, indicano valori di salinità di poco inferiori (13,5-14,1‰) a quelli dell'acqua marina analizzata. È quindi evidente un collegamento fra queste acque.

Per quanto concerne i pozzi esaminati, sono emersi i seguenti dati:

- 1) La temperatura diminuisce con la profondità, fino ad oltre 3°C su una colonna d'acqua superiore ai 10 m.
- 2) Le temperature presentano variazioni non significative da pozzo a pozzo e denotano quindi una certa uniformità in senso areale.
- 3) La salinità varia da un massimo di 4,3‰ ad un minimo di 0,1‰ manifestando i valori mediamente più elevati nel pozzo Sentina (casa colonica) e nel pozzo di via Giovanni XXIII.

- 4) La salinità non denota un particolare andamento in senso verticale, fatta eccezione per i pozzi Giovanni XXIII e Sentina ove subisce un chiaro aumento con la profondità.

Sotto il profilo della mineralizzazione, sono risultate decisamente *minerali* le acque dei pozzi Sentina, Giovanni XXIII e V.Trento (solidi totali superiori a 1 g/kg), *medio-minerali* quelle dei pozzi Colleoni e S. Michele (solidi totali compresi fra 0,2 e 1 g/kg) ed infine *minerali-medio-minerali* quelle del pozzo Altfortville.

I risultati delle analisi chimiche effettuate sulle acque prelevate dai pozzi muniti di pompa idraulica compaiono nella Tab.2.

Per ogni pozzo i dati delle analisi sono stati rappresentati graficamente utilizzando il diagramma semilogaritmico di Schoeller che, come è noto, è rappresentativo della composizione chimica dell'acqua analizzata (Fig. 3).

Con tale diagramma le acque aventi la stessa compo-

**Tab. 1**

Stazione di misura	T (°C)	C <sub>m</sub> (25°C) (μS/cm)	C <sub>20</sub> (20°C) (μS/cm)	ST (g/Kg)
<b>Mare (M)</b>	20,0	22100	19890	17,0
<b>Torre avvist.(A)</b>				
Laghetto (1)	17,9	17610	15849	13,5
Laghetto (2)	19,9	18310	16479	14,0
Laghetto (3)	18	18480	16632	14,1
<b>Sentina (B)</b>				
1,20 m	18,2	3030	2727	2,1
3,00 m	17,3	4320	3888	2,9
5,00 m (fondo)	17,0	4420	3978	3,0
<b>Scuola Colleoni (C)</b>				
3 m	19,1	232	208,8	0,2
5 m	17,7	536	482,4	0,3
10 m	16,1	567	510,3	0,4
15 m	16,0	732	658,8	0,5
16 m (fondo)	16,0	616	554,4	0,4
<b>Scuola Altfortville (D)</b>				
3 m	19,4	486	437,4	0,3
5 m	17,8	2400	2160	1,6
10 m	16,2	2420	2178	1,7
12,5 m (fondo)	15,9	970	873	0,7
<b>Via M.S. Michele (E)</b>				
20 cm	17,6	784	705,6	0,5
1 m	17,7	967	870,3	0,7
2,10 m (fondo)	17,7	1045	940,5	0,7
<b>Via Giovanni XXIII (F)</b>				
20 cm	18,7	2040	1836	1,4
5 m	18,4	2220	1998	1,5
10 m	17,8	2350	2115	1,6
16 m (fondo)	16,6	6360	5724	4,3
<b>V. Trento (G)</b>				
1,50 m	18,1	1460	1314	1,0
2,50 m	17,9	1510	1359	1,0

N.B. Le lettere tra parentesi si riferiscono alle ubicazioni delle stazioni di misura della Fig. 2.

Tab. 2

Stazione di misura	Ca	Mg	Na	K	Na + K	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	Durezza
Sentina	28,2	3,8	32,3	1,8	34,1	28,2	32,3	6,6	0,1	32
M. S. Michele	7,8	2,2	3,3	0,5	3,8	8,5	1,0	3,3	0,1	10
Via Giovanni XXIII	10,2	3,8	3,5	0,4	3,9	8,5	1,0	4,9	0,9	14
V.Trento	7,6	2,4	2,8	0,4	3,2	7,0	2,1	3,3	0,2	10

N.B. I valori in tabella sono in meq/l.

zione, ossia gli stessi rapporti tra i vari ioni, presentano grafici simili fra loro anche se hanno concentrazioni diverse e ciò facilita il confronto fra varie analisi. I dati analitici sono stati inseriti anche nel diagramma di Piper (Fig.4).

Come si può osservare da questi due diagrammi, le acque dei pozzi M. S. Michele, Giovanni XXIII e Via Trento hanno una composizione molto simile, esprimibile con una formula ionica del tipo Ca-Na-Cl-HCO<sub>3</sub> (acqua solfato - clorurato - alcalino-terrosa).

L'acqua del pozzo Sentina si differenzia nettamente dalle precedenti per l'elevata concentrazione in Ca, Na, Cl, SO<sub>4</sub> per cui la formula ionica che meglio esprime la sua composizione è Na-Ca-SO<sub>4</sub>-Cl (acqua solfato - clorurato - alcalina). Degna di nota è anche la sua bassa concentrazione in Mg; questa si può spiegare ipotizzando un'invasione di acqua marina in un acquifero calcico con scambio ionico fra Mg e Ca.

In quanto alla durezza (espressa in °F), si sono ottenuti i seguenti valori: Sentina = 160; Giovanni XXIII = 70; M.S.Michele = 50; V.Trento = 50. Sono quindi classificabili come *molto dure* le acque dei pozzi Sentina e Giovanni XXIII e *dure* quelle dei pozzi M.S.Michele e V.Trento.

Per ottenere indicazioni circa una possibile influenza delle acque marine sulla salinità della falda, si è preso in

considerazione il cosiddetto rapporto di *Cotecchia e Magri (1966)* :

$$\text{Na} + \text{K} + \text{Cl} + \text{SO}_4 / \text{Ca} + \text{Mg} + \text{HCO}_3$$

con i dati espressi in meq/l. Tale rapporto indicherebbe contaminazione marina per valori superiori a 1. Contaminazione da parte dell'acqua marina sarebbe molto evidente nel pozzo Sentina con un valore di 2,45. Per tentare una classificazione delle acque in base al grado di salinità, si può ricorrere a quanto suggerito da *Alekin (1970)* che indica come acque a bassa salinità quelle che hanno un contenuto in HCO<sub>3</sub> > Ca + Mg e a bassa-media salinità le acque con HCO<sub>3</sub> < Ca + Mg. I risultati ottenuti indicherebbero che le nostre acque sono da considerarsi a *bassa-media salinità*.

### Conclusioni

Sulla base di tutti i dati raccolti, pur considerandone la scarsità in rapporto alla vastità dell'area indagata, si possono trarre alcune prime indicazioni.

La falda freatica di S. Benedetto del Tronto è costituita da acque classificabili come: acque a *bassa-media salinità* sotto il profilo chimico; da *minerali a mediominerali* in base al grado di mineralizzazione espresso in funzione del contenuto in solidi totali; da *molto dure a dure* per quanto riguarda il contenuto in sali di Ca e Mg.

Le acque dei centri abitati di S.Benedetto e di Porto d'Ascoli si differenziano sensibilmente da quelle della Sentina.

Le acque della Sentina presentano infatti maggiore salinità, durezza e valori più elevati del contenuto in cloruri, Ca, solfati, K e Na. Inoltre denoterebbero una marcata contaminazione da parte delle acque marine.

I risultati finora conseguiti incoraggiano a proseguire la ricerca intrapresa. Per ottenere un quadro più completo dei caratteri della falda e dei fattori che la influenzano, sono però necessari ulteriori approfondimenti che dovrebbero prevedere l'esame di altri pozzi con misure e prelievi da effettuarsi periodicamente almeno stagionalmente, l'acquisizione di una migliore conoscenza della stratigrafia del sottosuolo, lo studio della direzione di movimento delle acque e delle loro fonti di alimentazione. Un altro obiettivo

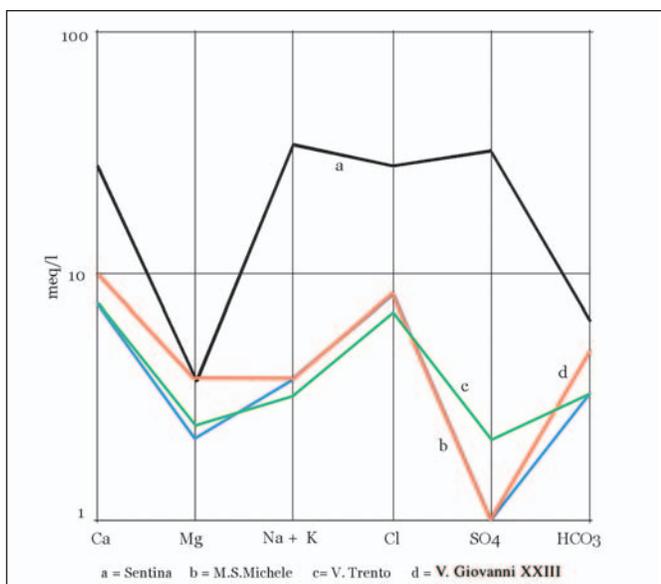


Fig. 3 - Diagrammi di SHOELLER.

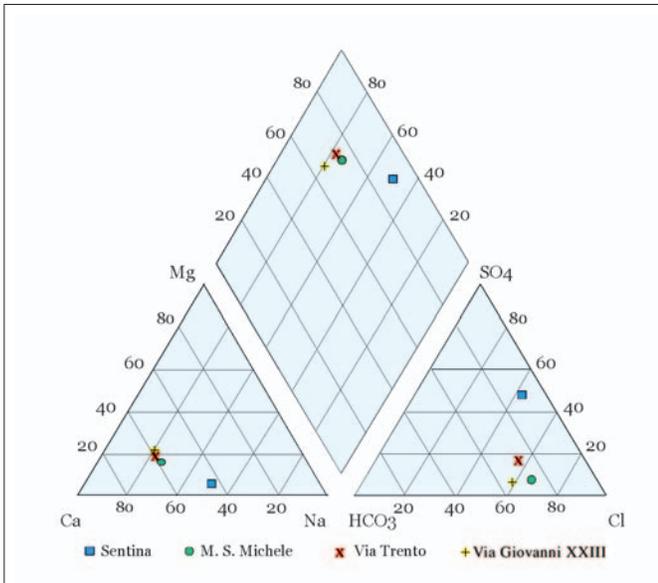


Fig. 4 - Diagramma di PIPER

potrebbe essere quello di raccogliere dati sulla vulnerabilità della falda sotto il profilo dell'inquinamento e dei possibili rapporti con l'attività antropica.

### Ringraziamenti

Gli AA. desiderano ringraziare i privati che hanno consentito l'accesso ai loro pozzi per l'esecuzione delle indagini; il comune di S. Benedetto per la documentazio-

ne cartografica; P. Ferrieri per l'assistenza in campagna e la documentazione fotografica; F. Piattoni per l'esecuzione delle analisi in laboratorio.

### Bibliografia

- Alekin O.A., 1970. *Fundamentals of Hydrochemistry*. Moscow.
- Appelo C.A.J. e Postma D., 1994. *Geochemistry, groundwater and pollution*. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Bonori O., Ciabatti M., Cremonini S., Di Giovambattista R., Martinelli G., Maurizzi S., Quadri G., Rabbi E., Righi P.V., Tinti S. & Zantedeschi E., 2000. *Geochemical and geophysical monitoring in tectonically active areas of the Po Valley (Northern Italy). Case histories linked to gas emission structures*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 23 (2000), pp. 3-20, 23 ff., 1 tab., Torino.
- Cantalamesa G. e Di Centa C., 2004. *Sequence response to syndepositional regional uplift: insights from high-resolution sequence stratigraphy of late Early Pleistocene strata, Periadriatic Basin, central Italy*. Sedimentary Geology, vol. 164, pp.283-309.
- Celico P., 1986. *Prospezioni idrogeologiche*. Vol. 1, Liguori Ed., Napoli.
- Ciabatti M., 1977. *Elementi di idrologia superficiale*. CLUEB, Bologna.
- Cotecchia V. e Magri G., 1966. *Idrogeologia del Gargano*. Geol. Appl. ed Idrogeol., I, pp. 1-86, Bari.
- Curzi P.V. e Tomadin L., 1987. *Dinamica della sedimentazione pelitica attuale ed olocenica nell'Adriatico centrale*. Giornale di Geologia, ser.3, vol.49/1, pp.101-111., Bologna.
- Klimentov P.P., 1983. *General Hydrogeology*. MIR Publishers, Moscow.