

ANTONIO DAL PRA', PAOLO FABBRI e CLAUDIO BORTOLETTO

IL SISTEMA IDROGEOLOGICO ARTESIANO
ED IL SUO SFRUTTAMENTO
NELL'AREA TRA TREVISO ED IL FIUME PIAVE
(MEDIA PIANURA VENETA)

(con 29 figure e 4 tabelle)



ANTONIO DAL PRA' *, PAOLO FABBRI * e CLAUDIO BORTOLETTO *

IL SISTEMA IDROGEOLOGICO ARTESIANO ED IL SUO SFRUTTAMENTO NELL'AREA TRA TREVISO ED IL FIUME PIAVE (MEDIA PIANURA VENETA)

INDICE

| | |
|-------------------------------------|-----|
| ABSTRACT | 151 |
| RIASSUNTO | 151 |
| PREMESSA | 152 |
| SITUAZIONE STRATIGRAFICA | |
| LOCALE | 153 |
| CENSIMENTO DEI POZZI | 154 |
| CARATTERI PRINCIPALI DELLE FALDE | |
| IN PRESSIONE | 155 |
| OSSERVAZIONI PERIODICHE DI | |
| DETTAGLIO SULLA PRIMA | |
| E SECONDA FALDA ARTESIANA | 155 |
| CARATTERI CHIMICI | 159 |
| DISTRIBUZIONE DEL FERRO | |
| E DELL'AMMONIACA | 160 |
| LO SFRUTTAMENTO ATTUALE | |
| DELLE FALDE | 167 |
| EVOLUZIONE DELLO SFRUTTAMENTO | |
| NEL TEMPO | 167 |
| VALUTAZIONI CONCLUSIVE | |
| E RIASSUNTIVE | 169 |
| RINGRAZIAMENTI | 170 |
| BIBLIOGRAFIA | 170 |

Key words: alluvial plain, hydrogeology, artesian aquifers, groundwater exploitation.

ABSTRACT

In this paper the hydrogeological characteristics and the groundwater exploitation have been discussed in the central Venetian plain (Treviso - North-eastern Italy).

The stratigraphical situation, the hydrogeological structure of the confined multilayer system, the quantitative and qualitative particularity of the four individuated artesian aquifers, and their exploitation are here described. The counted wells in a census are 2272.

Natural flow rate, pressure, electrical conductivity, iron and ammonium contents for each well have been measured.

During one year weekly flow rate, pressure and electrical conductivity have been measured in ten wells, five of which belong to the first aquifer and the other five to the second artesian aquifer.

The trend of the exploitation has been analysed in different artesian aquifers on the basis of the increment, during time, of the wells number and of the supplied flow rate. Iron and ammonium content from the groundwaters allows the drawing of qualitative thematic maps of each artesian aquifer.

RIASSUNTO

Viene caratterizzata dal punto di vista idrogeologico una zona della media pianura alluvionale del Veneto (Italia settentrionale) presso Treviso.

Sono descritti la situazione stratigrafica, il sistema idrogeologico multifalदे artesiano qui esistente, il carattere quantitativo e qualitativo di ciascuna delle quattro falde in pressione individuate e lo sfruttamento in atto.

* Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica dell'Università, Via Giotto 1, I - 35137 PADOVA (Italia).

Ricerca finanziata con i fondi 40% e 60% del M.U.R.S.T., responsabile: A. DAL PRA'.

Sono stati censiti 2272 pozzi, sui quali sono stati misurati la portata spontanea, la pressione, la conducibilità elettrica, il contenuto in ferro ed ammoniaca.

Su dieci pozzi, cinque della prima falda e cinque della seconda falda, sono state osservate settimanalmente nell'arco di un anno la portata, la pressione e la conducibilità elettrica dell'acqua.

Sulla base dell'incremento nel tempo del numero dei pozzi e delle portate erogate viene analizzata la tendenza allo sfruttamento verso le differenti falde.

Le misure del contenuto in ferro ed in ammoniaca effettuate ai pozzi hanno consentito la stesura di carte tematiche qualitative per ciascuna falda.

PREMESSA

Lo studio idrogeologico svolto nell'area compresa tra Treviso ed il Piave rientra nel programma di ricerche, in atto da tempo presso il Dipartimento di Geologia dell'Università di Padova, sul sistema artesiano multifaldate che caratterizza la media Pianura Veneta.

Le zone precedentemente esaminate (DAL PRÀ *et al.*, 1989a; 1989b; 1990) sono quelle di Candelù e Roncadelle, a cavallo del Piave, e S. Polo - Ormelle in sinistra Piave (zona A e zona B di figura 1).

Le ricerche hanno avuto lo scopo di precisare la situazione idrogeologica locale, di caratterizzare le varie falde dal punto di vista quantitativo e qualitativo e di valutare le modalità ed i caratteri dell'attuale sfruttamento di ciascun acquifero.

L'area considerata (zona C di figura 1) copre una superficie di circa 75 km²: a monte ed a valle è contenuta entro i limiti superiore e inferiore della fascia delle falde artesiane, individuata dalla presenza di pozzi ad erogazione spontanea.

Questo territorio non è servito da acquedotti pubblici. Lo sfruttamento delle falde è privato e ogni abitazione possiede il pozzo proprio.

La ricostruzione strutturale del sottosuolo è basata su stratigrafie di pozzi perforati nella zona. Lo studio idrogeologico è iniziato con il censimento di tutti i pozzi esistenti, per ciascuno dei quali

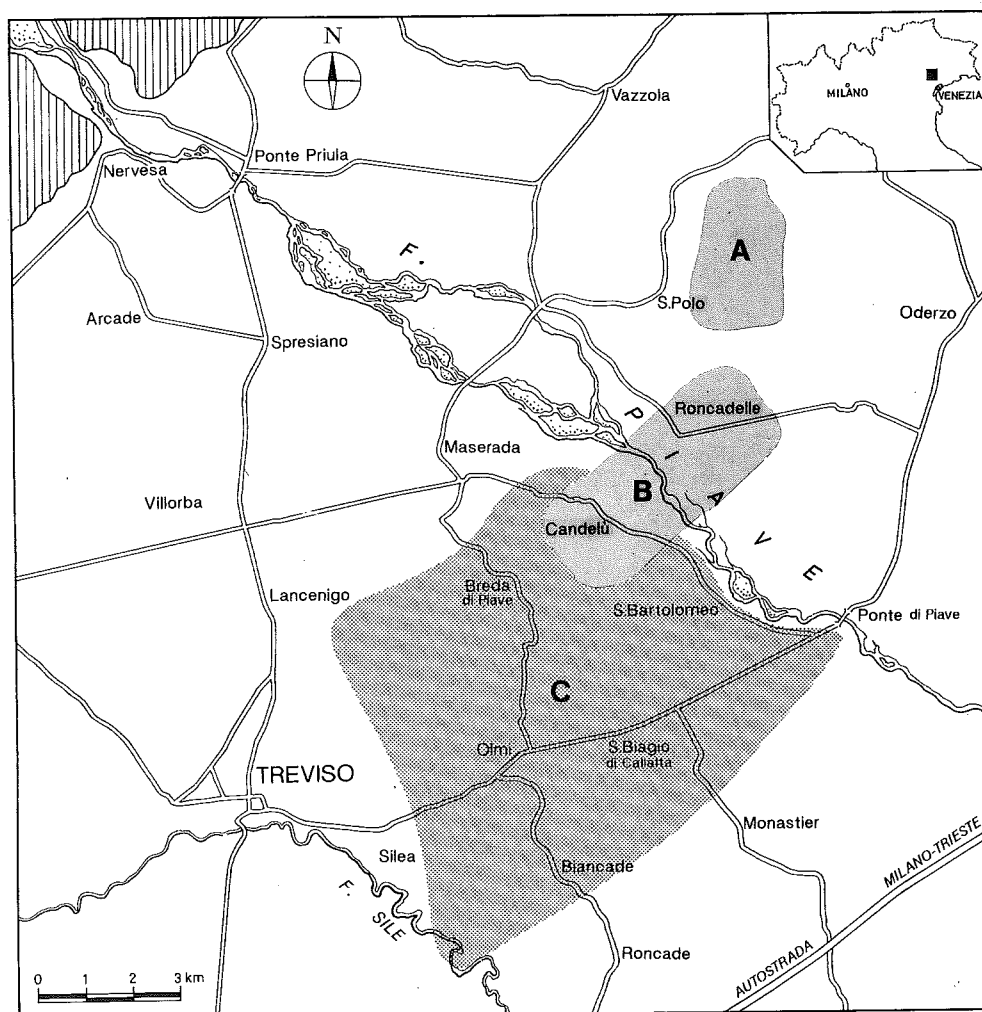


FIG. 1 - Ubicazione delle aree studiate in precedenza (zona A e zona B) e di quella oggetto del presente studio (zona C).

sono stati rilevati e misurati alcuni parametri principali (profondità, anno di costruzione, portata spontanea, pressione, contenuti in ferro ed ammoniaca, temperatura ed uso). Dieci pozzi sono stati oggetto di misurazioni periodiche (ogni settimana circa per un periodo di un anno) della pressione, della portata e della conducibilità elettrica.

Tra i precedenti studi di tipo idrogeologico sul territorio trevigiano, oltre a quelli già citati (strettamente attinenti al sistema multifalde in pressione) si possono ricordare alcuni lavori sui processi di ricarica delle falde (D'ALPAOS e DAL PRÀ, 1978, ANTONELLI, 1986), sulla cartografia idrogeologica (ANTONELLI e DAL PRÀ, 1980, DAL PRÀ, 1983), e sui fontanili e le falde di subalveo (DAL PRÀ e ANTONELLI, 1978; 1980).

SITUAZIONE STRATIGRAFICA LOCALE

Il sottosuolo della media Pianura Veneta è caratterizzato dall'alternanza di livelli limoso-argillosi impermeabili con letti ghiaioso-sabbiosi alluvionali.

Questi contengono falde in pressione che, verso monte, sono idraulicamente collegate al grande acquifero unitario, di tipo freatico, presente nel sottosuolo ghiaioso indifferenziato dell'alta Pianura Veneta.

La struttura stratigrafica locale è stata ricostruita a grandi linee sulla base di alcuni pozzi che raggiungono profondità dell'ordine dei 250 metri. La loro ubicazione è riportata in figura 2.

Come si può osservare dalle sezioni di figura 3, il sottosuolo mostra anche alla scala locale una ripetuta alternanza di livelli a differente granulometria.

Dal punto di vista idrogeologico si possono distinguere, fino a circa 250 metri di profondità, cinque complessi ghiaiosi permeabili che rappresentano gli acquiferi principali. La posizione di questi acquiferi ghiaiosi, pur con alcune differenze locali di profondità e di spessore, è ben individuabile. Normalmente si trovano così localizzati:

- tra 0 e 15 metri (assente nell'estremità nord-occidentale);
- tra 25 e 70 metri;
- tra 80 e 130 metri, (non ben individuato nell'estremità occidentale);
- tra 160 e 180 metri;
- tra 210 e 225 metri.

La separazione dei livelli ghiaiosi è assicurata da depositi prevalentemente limoso-argillosi, talora con sensibili frazioni sabbiose.

La costruzione di pozzi spinti fino a 360 metri di profondità, dei quali tuttavia non esiste una stratigrafia di dettaglio, ha consentito di verificare la presenza di altri livelli ghiaiosi oltre i 250 metri di profondità, posti a circa 280, 310 e 360 metri, ciascuno con spessori di 15-25 metri.

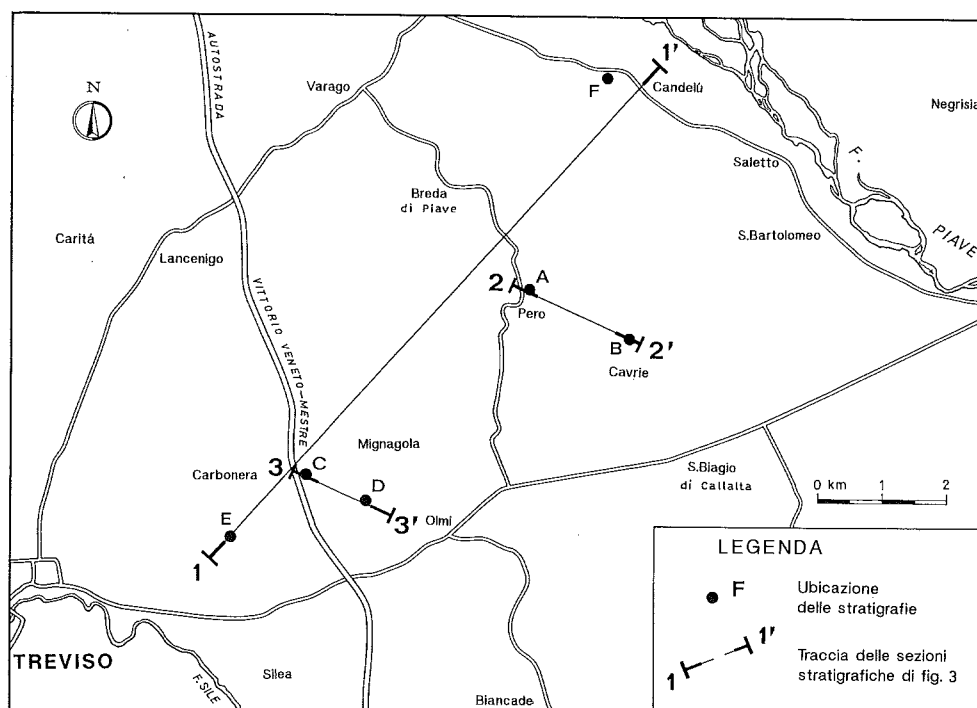


FIG. 2 - Ubicazione delle stratigrafie e tracce delle sezioni stratigrafiche di figura 3.

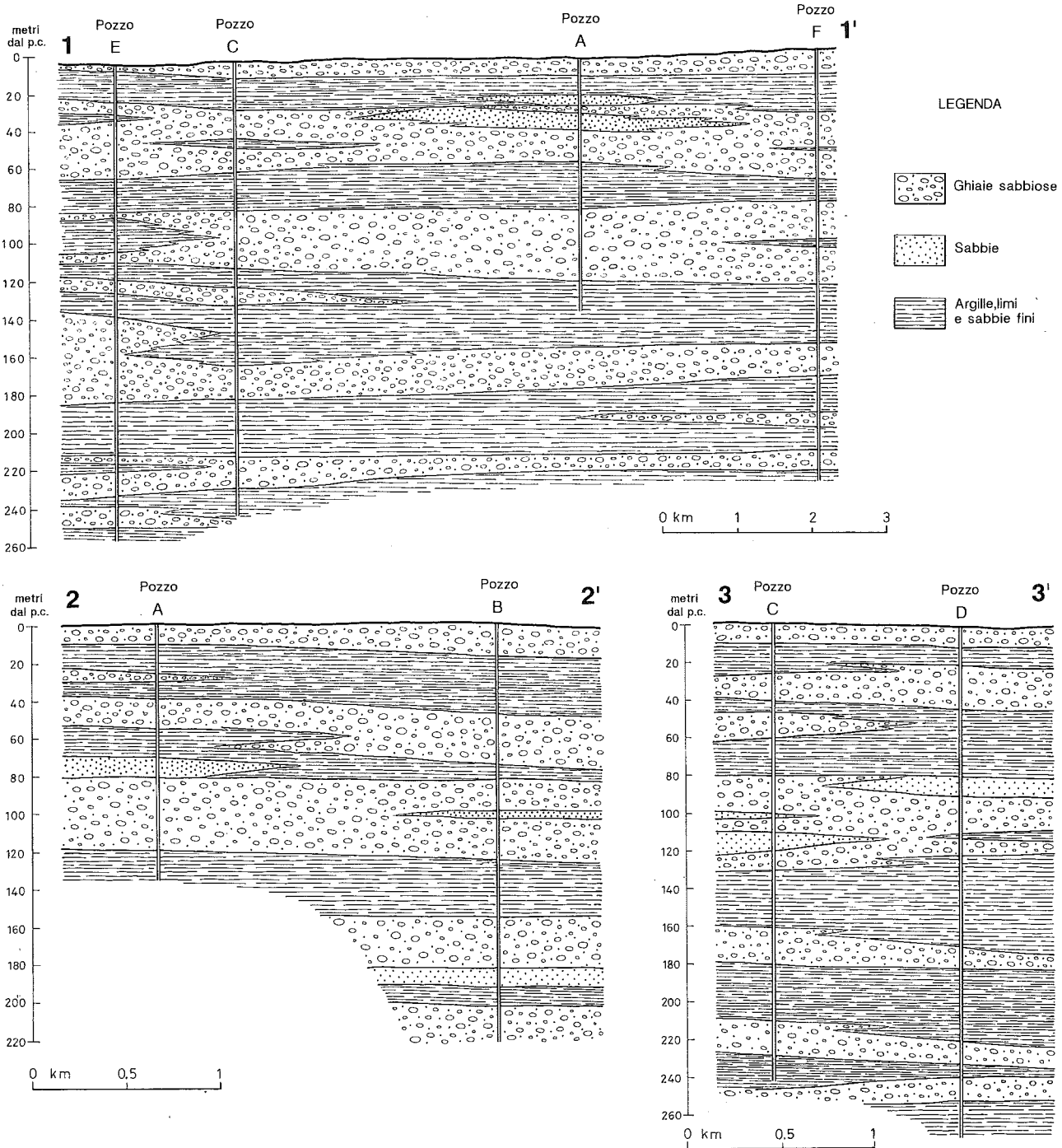


FIG. 3 - Sezioni stratigrafiche.

CENSIMENTO DEI POZZI

Il censimento di tutti i pozzi esistenti, eseguito nell'estate del 1990, ha consentito l'individuazione e la schedatura di 2272 pozzi, con una densità di 30 pozzi per km². Il diametro dei pozzi è generalmente di 6 - 8 cm, mentre le profondità variano da 20 m circa fino ad oltre 300 m.

Non sono stati censiti i pozzi freatici. Tutti i pozzi attingono al sistema multifalदे in pressione e sono ad erogazione spontanea continua, ad eccezione di alcuni posti al limite settentrionale, dove

l'erogazione spontanea dalla prima ed in parte dalla seconda falda in pressione è saltuaria e legata alle differenti fasi di regime.

In base alle profondità, i pozzi sono suddivisibili in cinque classi, che in definitiva individuano le differenti falde sfruttate.

Le classi definite sono le seguenti:

- Profondità 25 - 65 m : 1407 pozzi
- Profondità 75 - 125 m : 462 pozzi
- Profondità 155 - 180 m : 217 pozzi
- Profondità 205 - 240 m : 142 pozzi
- Profondità oltre 240 m : 44 pozzi

Sulla base dei dati stratigrafici e delle classi di profondità dei pozzi è dunque possibile individuare il numero e la posizione delle falde in pressione esistenti nella zona esaminata, falde che fino a 250 metri di profondità, risultano essere quattro.

CARATTERI PRINCIPALI DELLE FALDE IN PRESSIONE

I caratteri principali delle differenti falde sono valutabili in base alle misure di pressione e conducibilità dell'acqua e di portata dei pozzi svolte su ciascun pozzo durante il censimento. Questi caratteri si possono così riassumere:

- *Prima falda artesiiana* (25 - 65 m circa sotto il p.c.)

Prevalenza sul p.c.: 0,8-1,5 m, con un massimo di 2,5 m.

Conducibilità elettrica: 300-340 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Portata spontanea dei singoli pozzi da 0,1 a 1,5 l/s.

- *Seconda falda artesiiana* (75 - 125 m circa sotto il p.c.)

Prevalenza sul p.c.: 2-3 m, con un massimo di 4,5 m.

Conducibilità elettrica: 350-390 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Portata spontanea dei singoli pozzi da 0,5 a 2 l/s.

- *Terza falda artesiiana* (155 - 180 m circa sotto il p.c.).

Prevalenza sul p.c.: 3 - 4 m, con un massimo di 6 m.

Conducibilità elettrica: 380-420 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Portata spontanea dei singoli pozzi da 2 a 2,5 l/s.

- *Quarta falda artesiiana* (205 - 240 m circa sotto il p.c.).

Prevalenza sul p.c.: 4 - 5 m, con un massimo di 7 m.

Conducibilità elettrica: 400-450 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Portata spontanea dei singoli pozzi da 3 a 3,5 l/s.

- *Falde profonde artesiiane* (oltre 240 m circa sotto il p.c.). Prevalenza sul p.c.: 4 - 6 m, con un massimo di 10 m.

Conducibilità elettrica: 450-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Portata spontanea dei singoli pozzi da 1 a 1,5 l/s.

Come si può osservare, pressione e conducibilità (salinità) aumentano con la profondità.

OSSERVAZIONI PERIODICHE DI DETTAGLIO SULLA PRIMA E SECONDA FALDA ARTESIANA

Nel periodo febbraio 1990 - febbraio 1991 sono state effettuate, con frequenza settimanale, misure di pressione, di portata e di conducibilità elettrica dell'acqua su cinque pozzi della prima falda artesiiana (25 - 65 m) e su cinque pozzi della seconda falda artesiiana (75 - 125 m). L'ubicazione dei pozzi è riportata in figura 4.

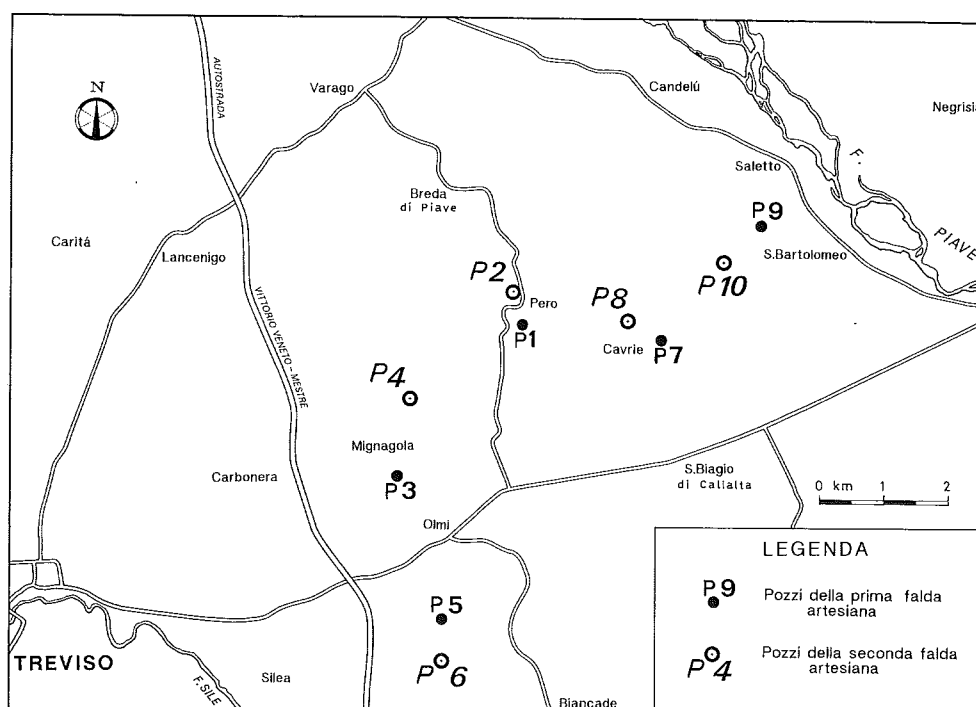


Fig. 4 - Ubicazione dei pozzi della prima e della seconda falda artesiiana misurati nel periodo febbraio 1990 - febbraio 1991.

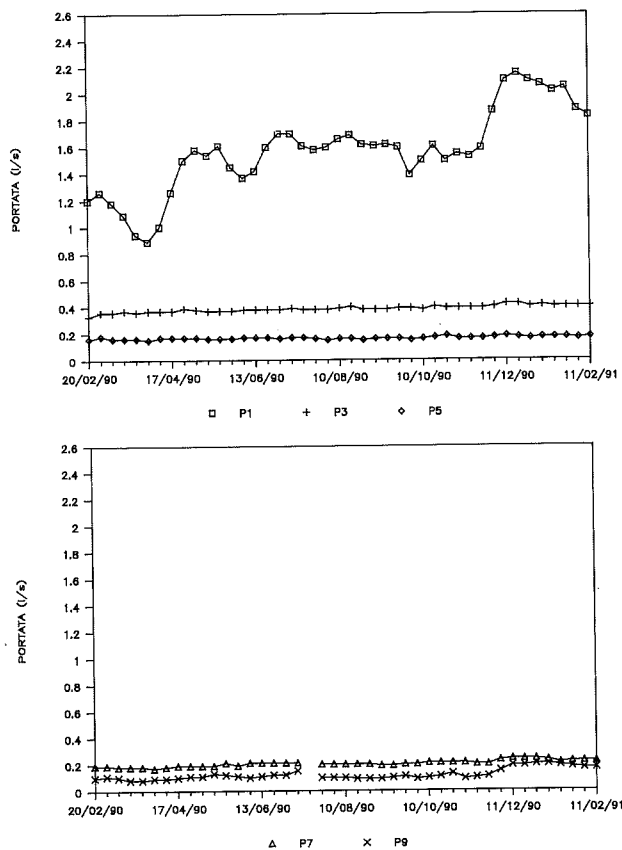


FIG. 5 - Variazioni di portata nei cinque pozzi della prima falda artesiana (P1-P3-P5-P7-P9) tra il febbraio 1990 ed il febbraio 1991.

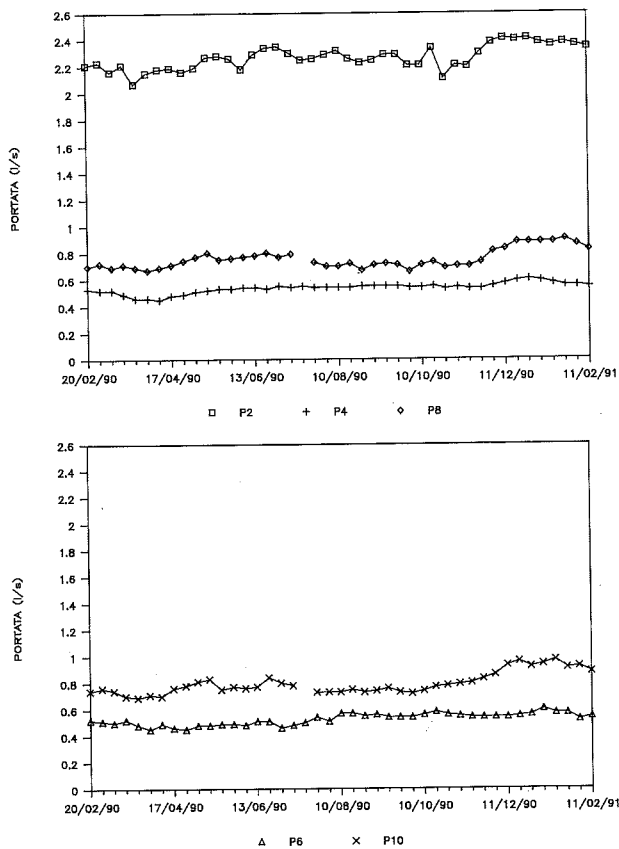


FIG. 6 - Variazioni di portata nei cinque pozzi della seconda falda artesiana (P2-P4-P6-P8-P10) tra il febbraio 1990 ed il febbraio 1991.

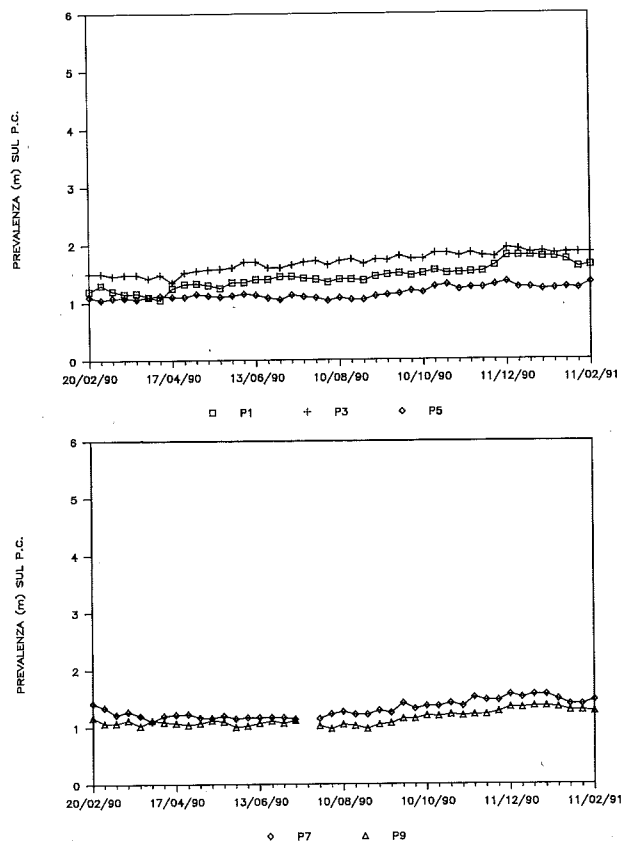


FIG. 7 - Variazioni di prevalenza nei cinque pozzi della prima falda artesiana (P1-P3-P5-P7-P9) tra il febbraio 1990 ed il febbraio 1991.

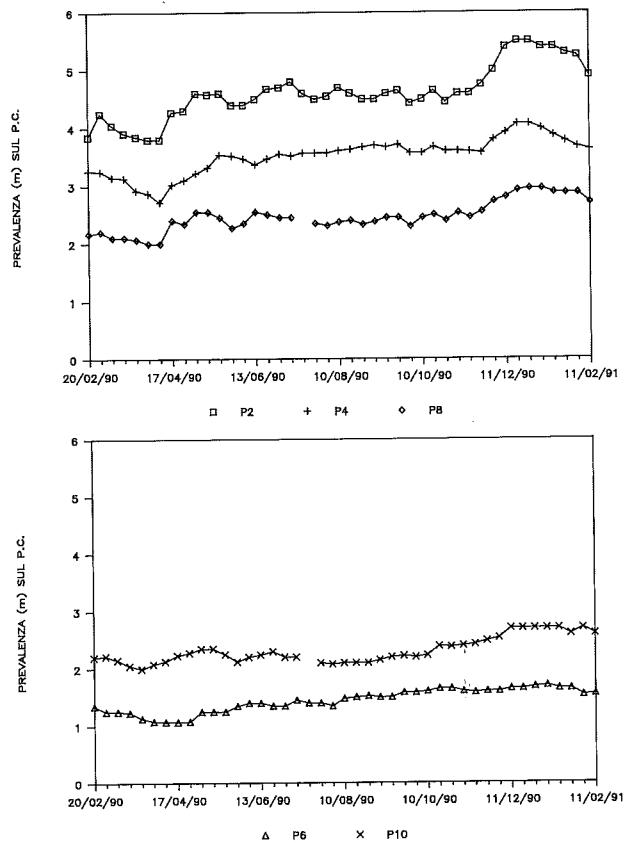


FIG. 8 - Variazioni di prevalenza nei cinque pozzi della seconda falda artesiana (P2-P4-P6-P8-P10) tra il febbraio 1990 ed il febbraio 1991.

TAB. 1 - Oscillazioni della superficie piezometrica della prima e della seconda falda artesiania: febbraio 1990 - febbraio 1991. Le misure sono riferite al p.c. (quota convenzionale 0 m)

Prima falda artesiania

| POZZO | QUOTA | | OSCILLAZIONE | |
|-------|--------------|------------|--------------|------------|
| | MEDIA (m) | MAX (m) | MIN (m) | MAX (m) |
| P1 | 1.44 | 1.80 | 1.05 | 0.75 |
| P3 | 1.69 | 1.93 | 1.35 | 0.58 |
| P5 | 1.16 | 1.35 | 1.03 | 0.32 |
| P7 | 1.31 | 1.57 | 1.10 | 0.47 |
| P9 | 1.14 | 1.37 | 1.00 | 0.37 |

Seconda falda artesiania

| POZZO | QUOTA | | OSCILLAZIONE | |
|-------|--------------|------------|--------------|------------|
| | MEDIA (m) | MAX (m) | MIN (m) | MAX (m) |
| P2 | 4.61 | 5.50 | 3.80 | 1.70 |
| P4 | 3.51 | 4.07 | 2.72 | 1.35 |
| P6 | 1.44 | 1.70 | 1.07 | 0.63 |
| P8 | 2.46 | 2.95 | 2.00 | 0.95 |
| P10 | 2.31 | 2.70 | 2.00 | 0.70 |

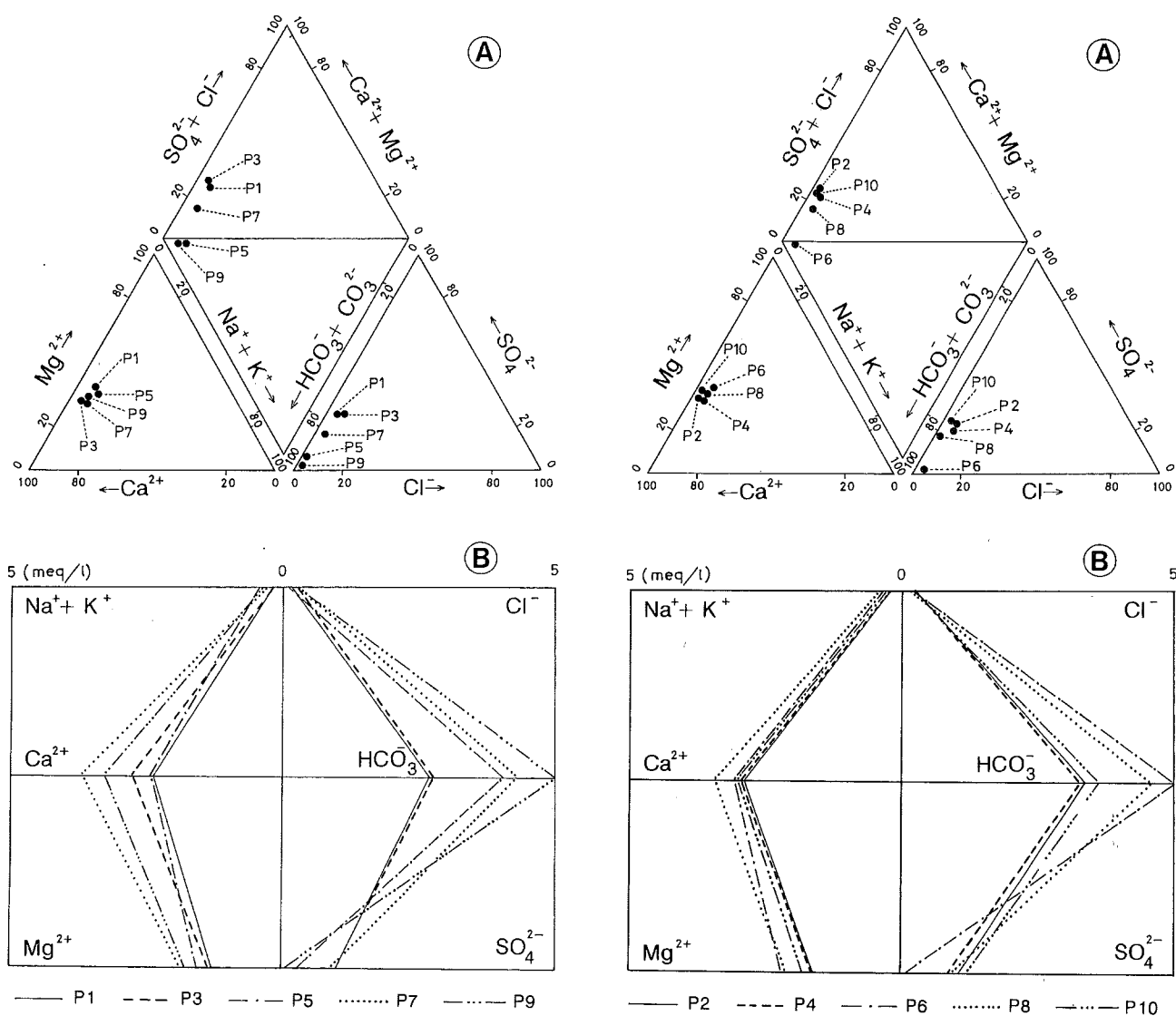


FIG. 9 - Diagramma di Piper (A) e di Stiff (B) relativi alla prima falda artesiania.

FIG. 10 - Diagramma di Piper (A) e di Stiff (B) relativi alla seconda falda artesiania.

TAB. 2 - Analisi chimiche relative alla prima ed alla seconda falda artesianiana

| Pozzi della prima falda artesianiana | | | | | | |
|--------------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| POZZO | | P1 | P3 | P5 | P7 | P9 |
| Durezza | ° F | 18.80 | 21.20 | 20.40 | 28.40 | 26.00 |
| Alcalinità | mg/l | 167.00 | 170.00 | 248.00 | 263.00 | 313.00 |
| Cloruri | mg/l | 7.00 | 9.00 | 3.00 | 7.00 | 5.00 |
| Solfati | mg/l | 49.00 | 50.00 | 14.00 | 45.00 | <5.00 |
| Ammoniaca | mg/l | <0.05 | <0.05 | 1.60 | 0.41 | 1.18 |
| Nitrati | mg/l | 5.00 | 4.00 | <2.00 | <2.00 | <2.00 |
| Calcio | mg/l | 48.20 | 57.00 | 49.60 | 75.10 | 67.80 |
| Ferro (tot) | mg/l | 0.07 | 0.22 | 0.48 | 0.25 | 0.58 |
| Magnesio | mg/l | 16.60 | 17.20 | 19.70 | 23.80 | 22.50 |
| Manganese | mg/l | <0.02 | <0.02 | <0.02 | 0.03 | 0.05 |
| Potassio | mg/l | 1.10 | 1.00 | 1.40 | 1.30 | 1.30 |
| Silice | mg/l | 9.30 | 9.70 | 18.20 | 19.10 | 18.80 |
| Sodio | mg/l | 2.90 | 3.00 | 7.60 | 5.00 | 7.70 |
| Res. 180 °C | mg/l | 150.00 | 218.00 | 227.00 | 283.00 | 280.00 |

| Pozzi della seconda falda artesianiana | | | | | | |
|--|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| POZZO | | P2 | P4 | P6 | P8 | P10 |
| Durezza | ° F | 22.40 | 22.70 | 26.10 | 27.50 | 23.80 |
| Alcalinità | mg/l | 207.00 | 201.00 | 316.00 | 282.00 | 223.00 |
| Cloruri | mg/l | 9.00 | 9.00 | 7.00 | 5.00 | 7.00 |
| Solfati | mg/l | 53.00 | 46.00 | <5.00 | 47.00 | 59.00 |
| Ammoniaca | mg/l | <0.05 | <0.05 | 0.19 | 0.18 | <0.05 |
| Nitrati | mg/l | <2.00 | 3.00 | <2.00 | <2.00 | <2.00 |
| Calcio | mg/l | 58.40 | 58.50 | 61.50 | 68.70 | 60.30 |
| Ferro (tot) | mg/l | 0.25 | <0.05 | 0.37 | 0.14 | 0.60 |
| Magnesio | mg/l | 19.40 | 19.90 | 26.50 | 25.50 | 21.50 |
| Manganese | mg/l | <0.02 | <0.02 | <0.02 | 0.03 | 0.02 |
| Potassio | mg/l | 1.20 | 1.40 | 1.70 | 1.50 | 1.50 |
| Silice | mg/l | 13.20 | 14.20 | 23.10 | 20.90 | 15.20 |
| Sodio | mg/l | 3.40 | 3.80 | 6.40 | 5.50 | 4.20 |
| Res. 180 °C | mg/l | 253.00 | 233.00 | 282.00 | 279.00 | 266.00 |

TAB. 3 - Analisi chimiche relative alla terza ed alla quarta falda artesianiana

| Pozzi della terza falda artesianiana | | | | | | |
|--------------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| POZZO | | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 |
| Durezza | ° F | 22.00 | 22.00 | 17.90 | 18.90 | 21.00 |
| Cloruri | mg/l | <2.00 | <2.00 | 3.00 | <2.00 | <2.00 |
| Solfati | mg/l | 21.00 | 40.00 | 43.00 | 42.00 | 42.00 |
| Ammoniaca | mg/l | 1.50 | 1.22 | <0.02 | 1.20 | 0.70 |
| Calcio | mg/l | 43.60 | 47.20 | 44.00 | 34.00 | 47.20 |
| Ferro (tot) | mg/l | 0.05 | 0.06 | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Magnesio | mg/l | 26.90 | 24.70 | 16.70 | 25.20 | 22.30 |
| Potassio | mg/l | 3.20 | 2.00 | 0.70 | 3.10 | 2.20 |
| Sodio | mg/l | 8.10 | 5.00 | 2.10 | 10.30 | 5.20 |
| Res. 180 °C | mg/l | 263.00 | 240.00 | 230.00 | 239.00 | 259.00 |

| Pozzi della quarta falda artesianiana | | | | | | |
|---------------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| POZZO | | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 |
| Durezza | ° F | 14.40 | 15.50 | 19.50 | 19.00 | 19.30 |
| Cloruri | mg/l | <2.00 | <2.00 | <2.00 | <2.00 | <2.00 |
| Solfati | mg/l | 9.00 | <5 | 50.00 | 36.00 | 39.00 |
| Ammoniaca | mg/l | 0.34 | 3.20 | 0.60 | 0.06 | 0.90 |
| Calcio | mg/l | 29.20 | 30.40 | 43.20 | 40.80 | 37.60 |
| Ferro (tot) | mg/l | 0.10 | 0.06 | 0.04 | <0.02 | 0.08 |
| Magnesio | mg/l | 17.20 | 19.90 | 21.10 | 21.30 | 24.00 |
| Potassio | mg/l | 2.50 | 4.50 | 1.50 | 1.70 | 3.00 |
| Sodio | mg/l | 14.10 | 16.20 | 4.50 | 7.20 | 12.30 |
| Res. 180 °C | mg/l | 196.00 | 266.00 | 245.00 | 233.00 | 272.00 |

I risultati essenziali sono riportati in tabella 1, mentre i diagrammi di figure 5, 6, 7 e 8 mostrano le variazioni nel tempo della portata e della prevalenza sul p.c. Le osservazioni essenziali sulle variazioni dei tre parametri considerati si possono così schematizzare:

- *Prima falda artesiiana* (pozzi P1-P3-P5-P7-P9): la prevalenza della superficie piezometrica sul p.c. rimane entro limiti posti tra 1 e 1,5 metri, con oscillazioni appena apprezzabili; la portata spontanea dei pozzi normalmente poco variabile, mostra forti oscillazioni solo al pozzo 1; la conducibilità dell'acqua varia in modo molto contenuto, entro qualche decina di $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- *Seconda falda artesiiana* (pozzi P2-P4-P6-P8-P10): la prevalenza della falda, compresa tra 1 e 6 m sopra il p.c., mostra variazioni anche di 1,5 metri, maggiori di quanto avviene nella prima falda; la portata spontanea dei cinque pozzi subisce tut-

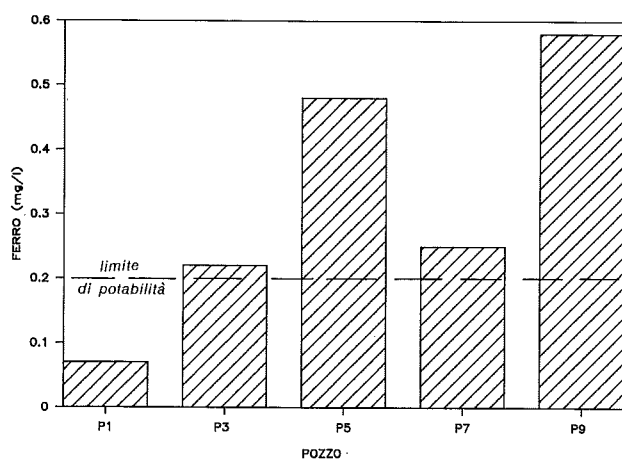
tavia variazioni trascurabili; la conducibilità oscilla nell'ambito di qualche decina di $\mu\text{S}/\text{cm}$.

CARATTERI CHIMICI

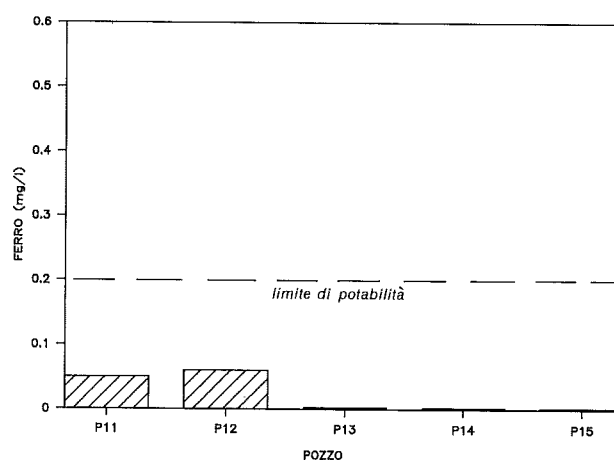
L'analisi chimica delle acque dei dieci pozzi (Fig. 4) consente di caratterizzare qualitativamente le prime due falde in pressione.

I campioni sono stati prelevati nel gennaio del 1991. I dati analitici sono riportati nella tabella 2 e rappresentati nei diagrammi delle figure 9 e 10. Pur appartenendo a falde diverse, le acque mostrano caratteri qualitativi generalmente simili. Ciò che occorre notare, dal punto di vista dell'uso potabile, è il contenuto in ferro ed ammoniaca della prima falda (Figg. 11 e 12): l'ammoniaca è in eccesso, rispetto al limite di potabilità, in due pozzi su cinque (P5 e P9). Il ferro si presenta in eccesso in quattro pozzi su cinque (P3-P5-P7-P9).

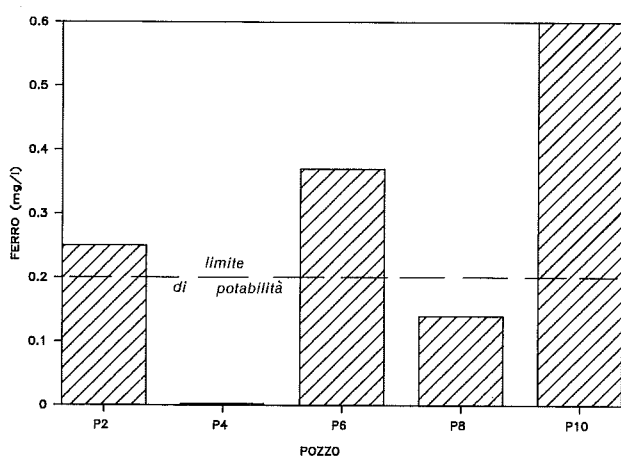
PRIMA FALDA ARTESIANA



TERZA FALDA ARTESIANA



SECONDA FALDA ARTESIANA



QUARTA FALDA ARTESIANA

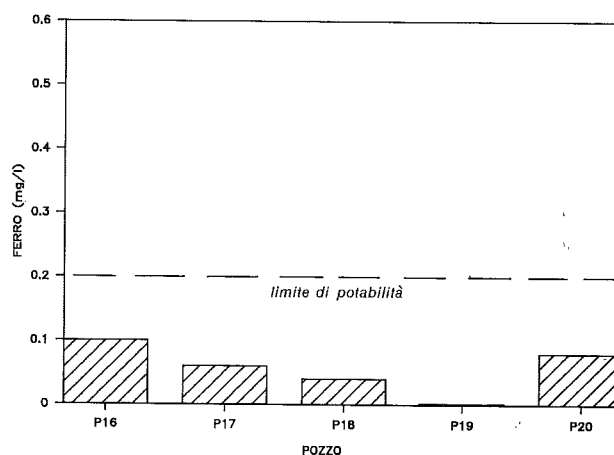


Fig. 11 - Contenuto in Ferro nei pozzi esaminati appartenenti alle quattro falde artesiane (campioni del 24/01/91).

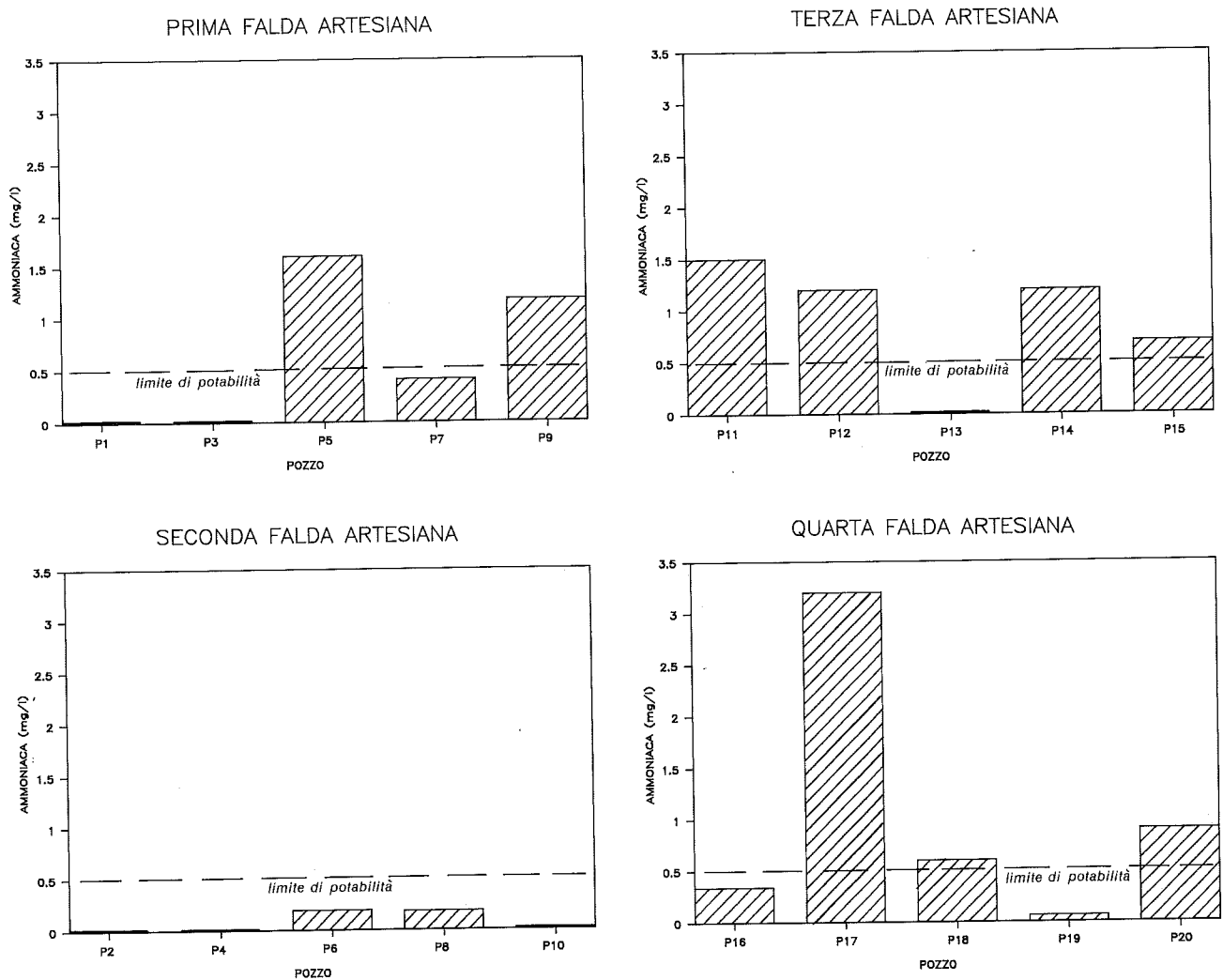


FIG. 12 - Contenuto in ammoniaca nei pozzi esaminati appartenenti alle quattro falde artesiane (campioni del 24/01/91).

I cinque pozzi analizzati della seconda falda hanno valori di ammoniaca inferiori al limite di potabilità (Fig. 11 e 12), ma il ferro si presenta in eccesso su tre dei cinque pozzi (P2-P6-P10). Ulteriori analisi sono state eseguite dal Laboratorio Chimico dell'Acquedotto del Basso Piave (S. Donà di Piave), su campioni prelevati in cinque pozzi (P11-P12-P13-P14-P15) della terza falda (160-180 m) ed in cinque (P16-P17-P18-P19-P20) della quarta falda (210-225 m) (Fig. 13). I dati analitici sono esposti nella tabella 3. Per la terza e per la quarta falda, i valori del ferro sono inferiori ai limiti di potabilità (Fig. 11 e 12). Le acque hanno caratteri simili nella terza e quarta falda (Fig. 14).

Il confronto generale dei dati indica che tutte le quattro falde artesiane hanno composizioni molto simili tra loro.

DISTRIBUZIONE DEL FERRO E DELL'AMMONIACA

Durante le operazioni di censimento (estate 1990) sono stati misurati con metodi colorimetrici di campagna i contenuti del ferro e dell'ammoniaca presenti nelle acque di ciascun pozzo. I dati ottenuti hanno consentito di costruire per ciascuna delle falde artesiane le carte della distribuzione areale di questi due parametri chimici, utilizzandole le seguenti 3 classi di concentrazione:

- per il contenuto in ferro: prima classe < 0,2 mg/l; seconda classe tra 0,2 e 0,5 mg/l; terza classe > 0,5 mg/l (limite di potabilità = 0,2 mg/l).
- per il contenuto in ammoniaca: prima classe < 0,2 mg/l; seconda classe tra 0,2 e 0,5 mg/l; terza classe > 0,5 mg/l (limite di potabilità 0,5 mg/l).

Le considerazioni che si possono svolgere su ciascuna falda sono le seguenti:

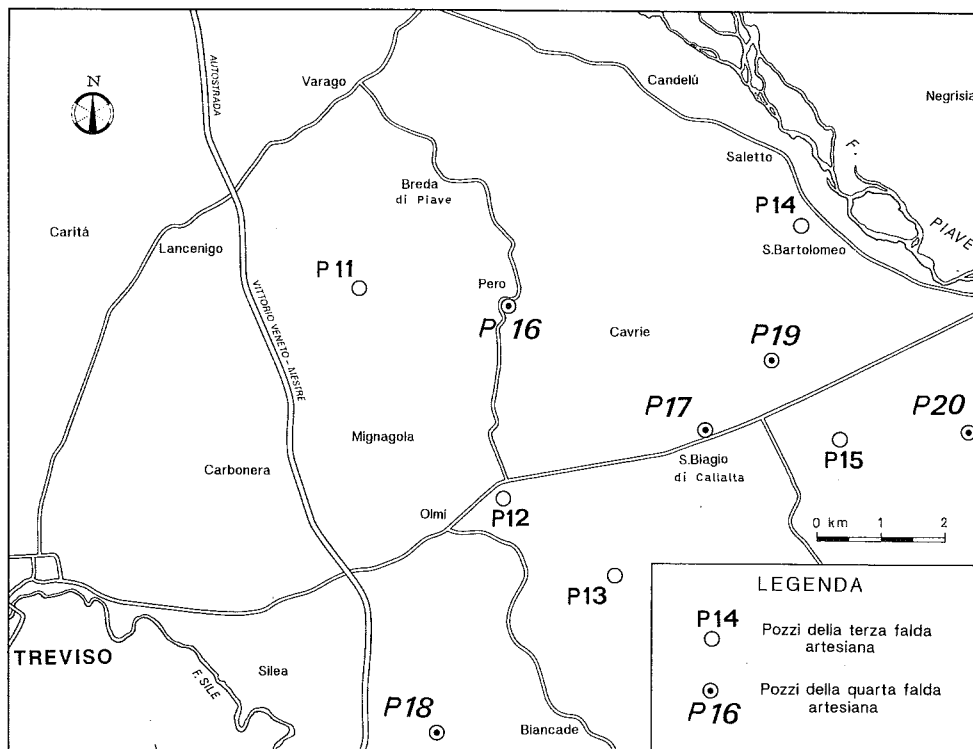


FIG. 13 - Ubicazione dei pozzi campionati per le analisi chimiche nella terza e nella quarta falda artesianiana.

- *Prima falda artesianiana* (profondità 25 - 65 m); pozzi esaminati 1407. Entro l'area coperta dai pozzi la fascia meridionale contiene ampie aree con acque non potabili per eccesso di ammoniaca (Fig. 15). Le acque della fascia meridionale sono non potabili anche per il contenuto in ferro (Fig. 16).
 - *Seconda falda artesianiana* (profondità 75 - 125 m); pozzi esaminati 462. L'ammoniaca è in eccesso

(Fig. 17) solo in limitate aree della fascia meridionale. Più ampie sono le aree con eccesso di ferro, (Fig. 18) tuttavia sempre limitate alla fascia meridionale.
 - *Terza falda artesianiana* (profondità 155 - 180 m); pozzi esaminati 217. Le scarse aree con acque ad eccesso di ammoniaca sono limitate alla parte orientale (Fig. 19). Il ferro è in eccesso su vari punti della fascia centrale e meridionale (Fig. 20).

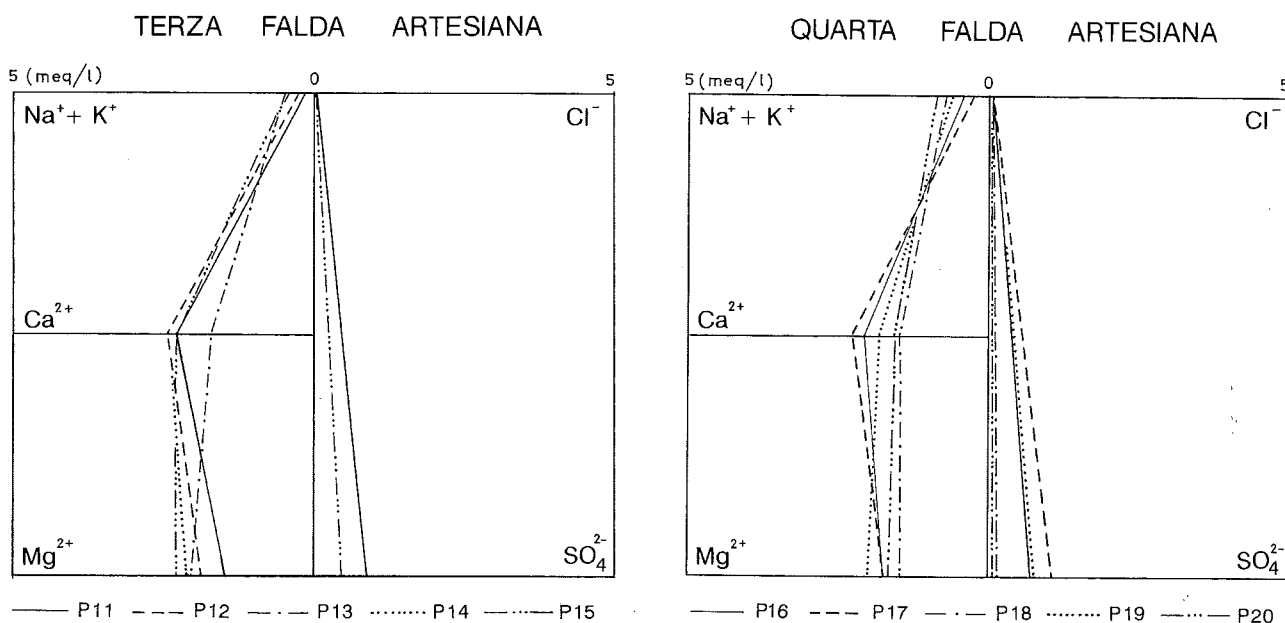


FIG. 14 - Diagrammi di Stiff relativi alla terza ed alla quarta falda artesianiana.

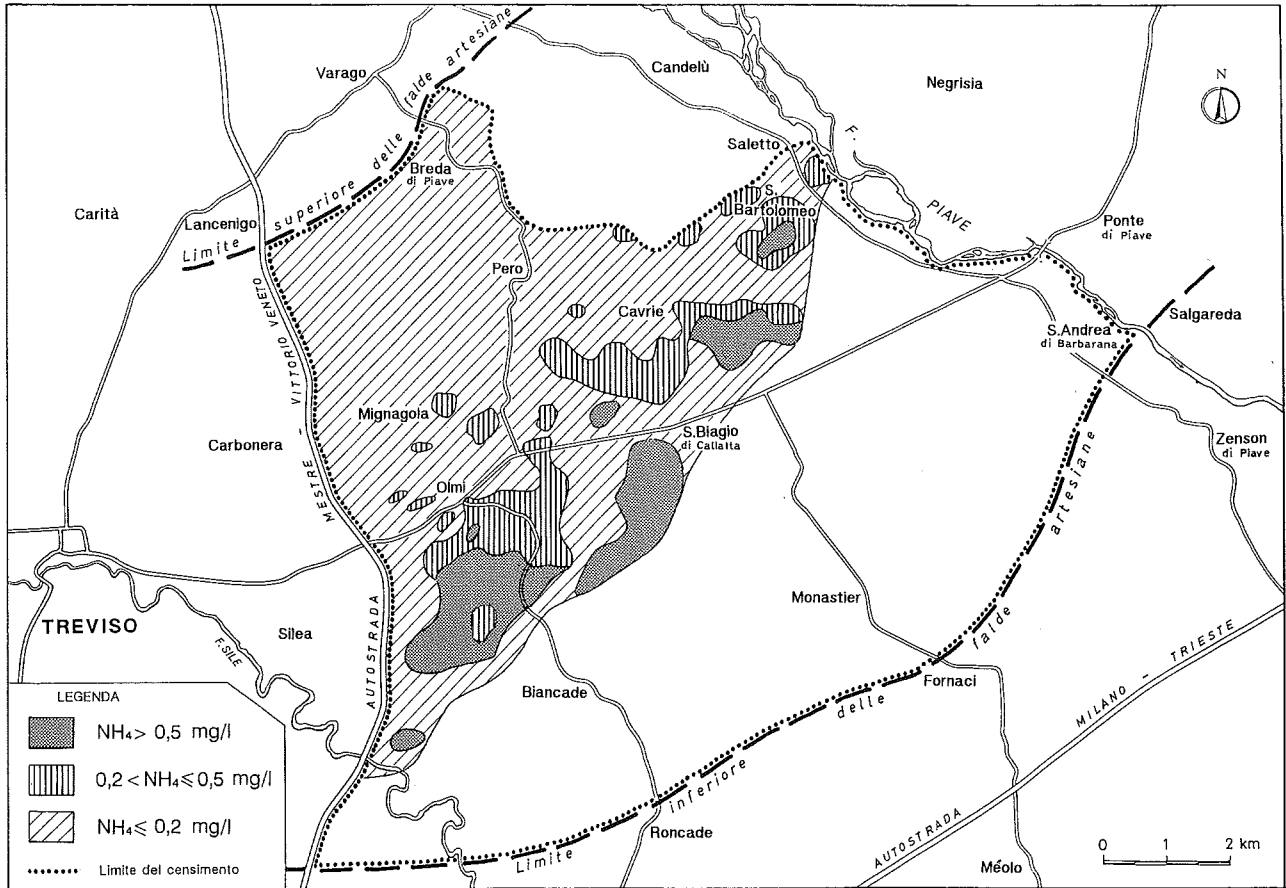


FIG. 15 - Distribuzione dell'ammoniaca nella prima falda artesianiana (limite di potabilità 0,5 mg/l).

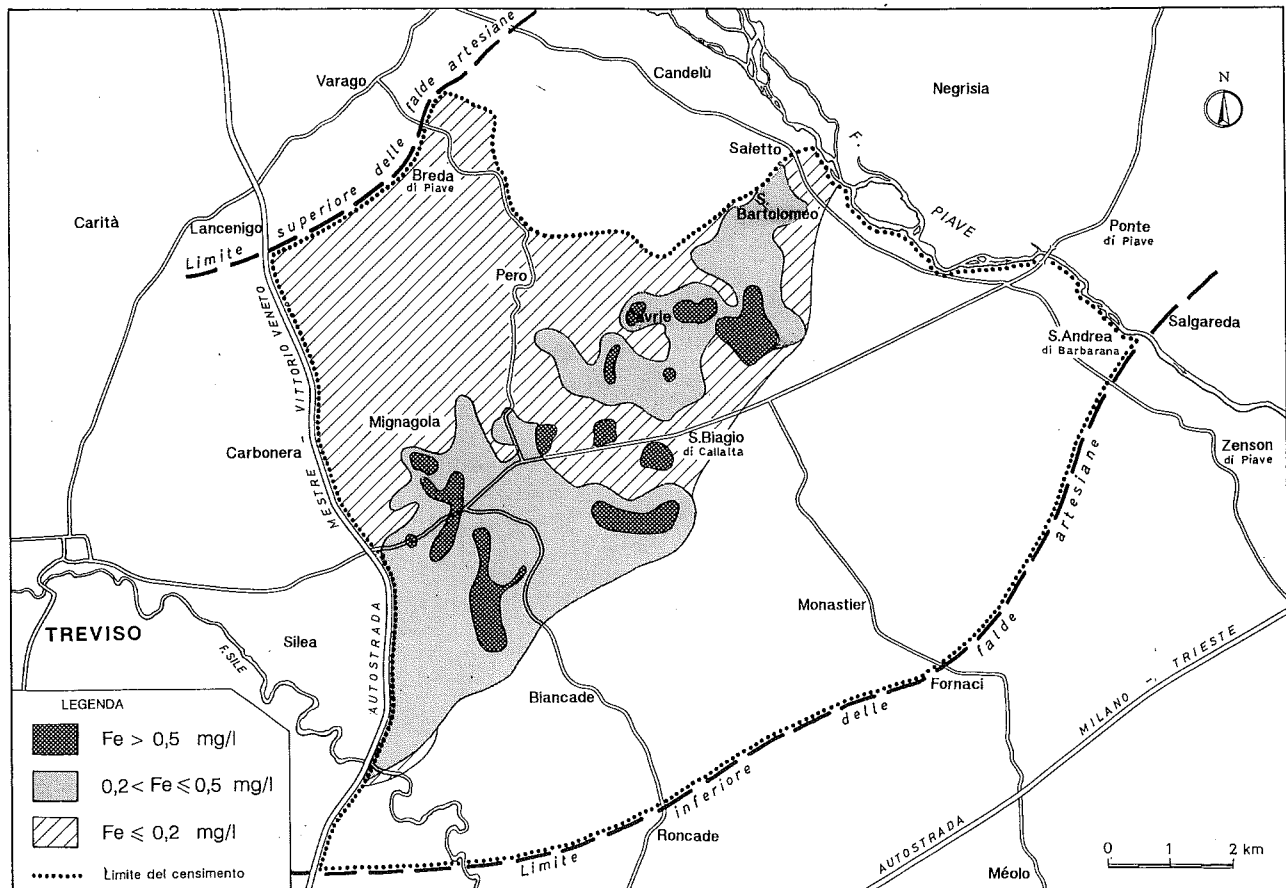


FIG. 16 - Distribuzione del ferro nella prima falda artesianiana. (limite di potabilità 0,2 mg/l).

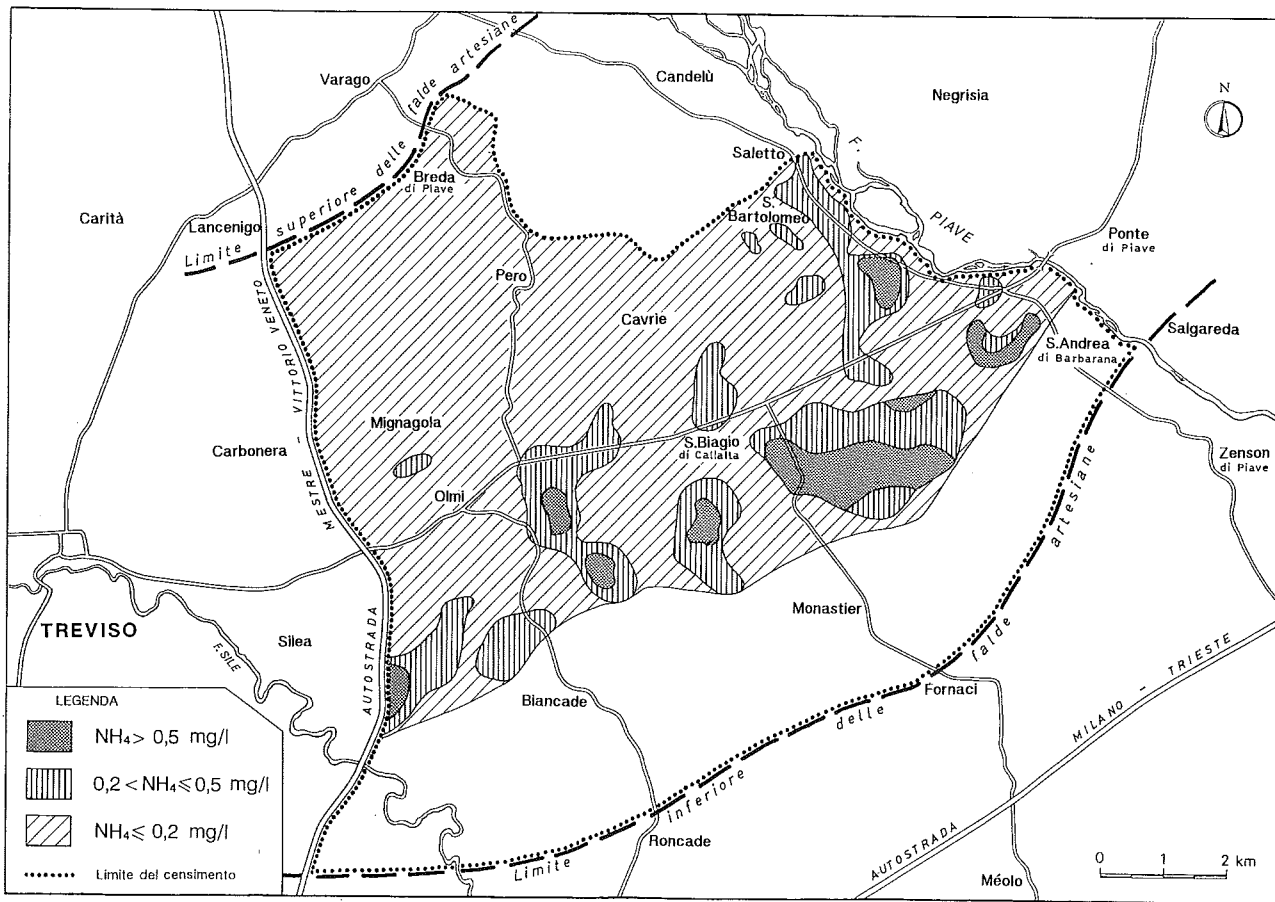


FIG. 17 - Distribuzione dell'ammoniac nella seconda falda artesiania (limite di potabilità 0,5 mg/l).

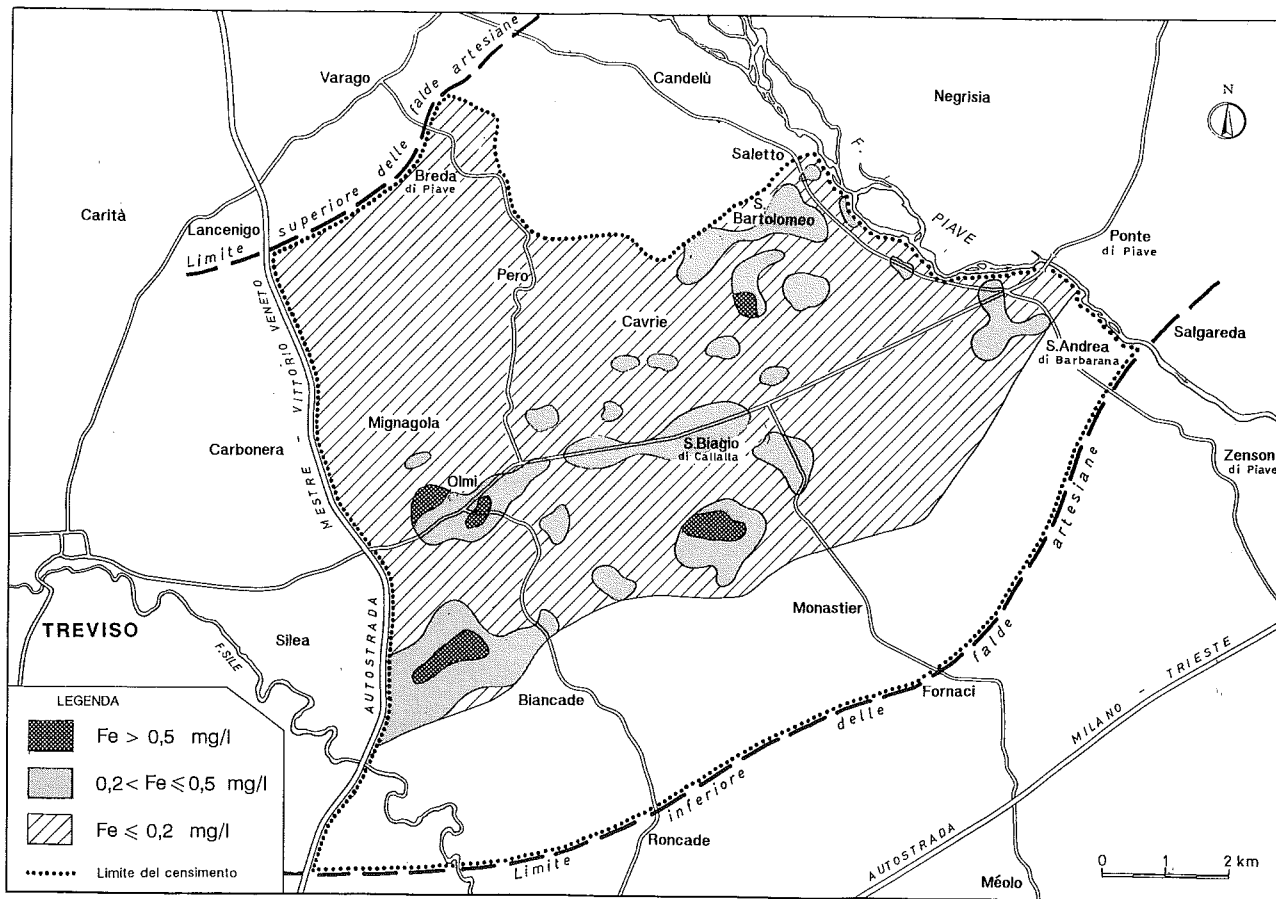


FIG. 18 - Distribuzione del ferro nella seconda falda artesiania (limite di potabilità 0,2 mg/l).

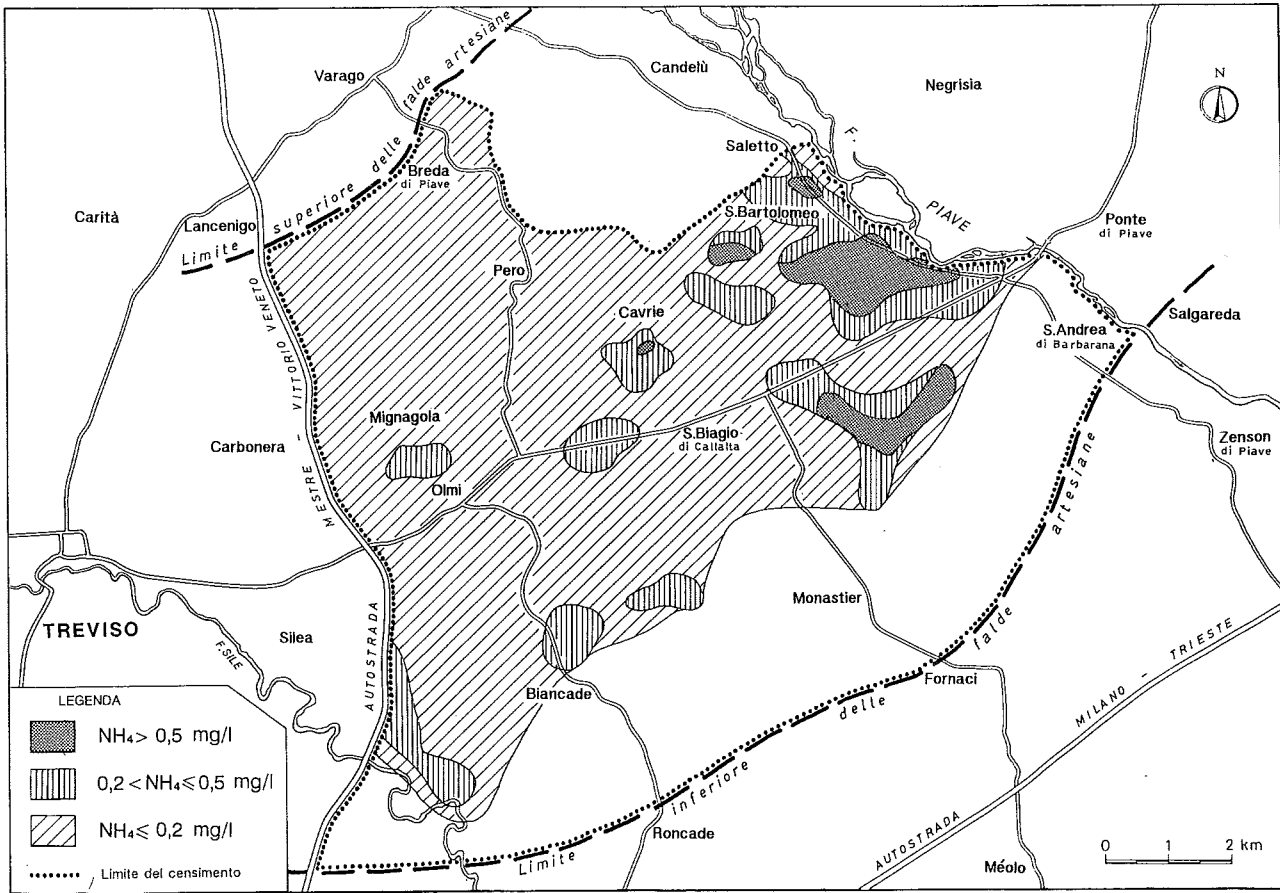


FIG. 19 - Distribuzione dell'ammoniaca nella terza falda artesiiana (limite di potabilità 0,5 mg/l).

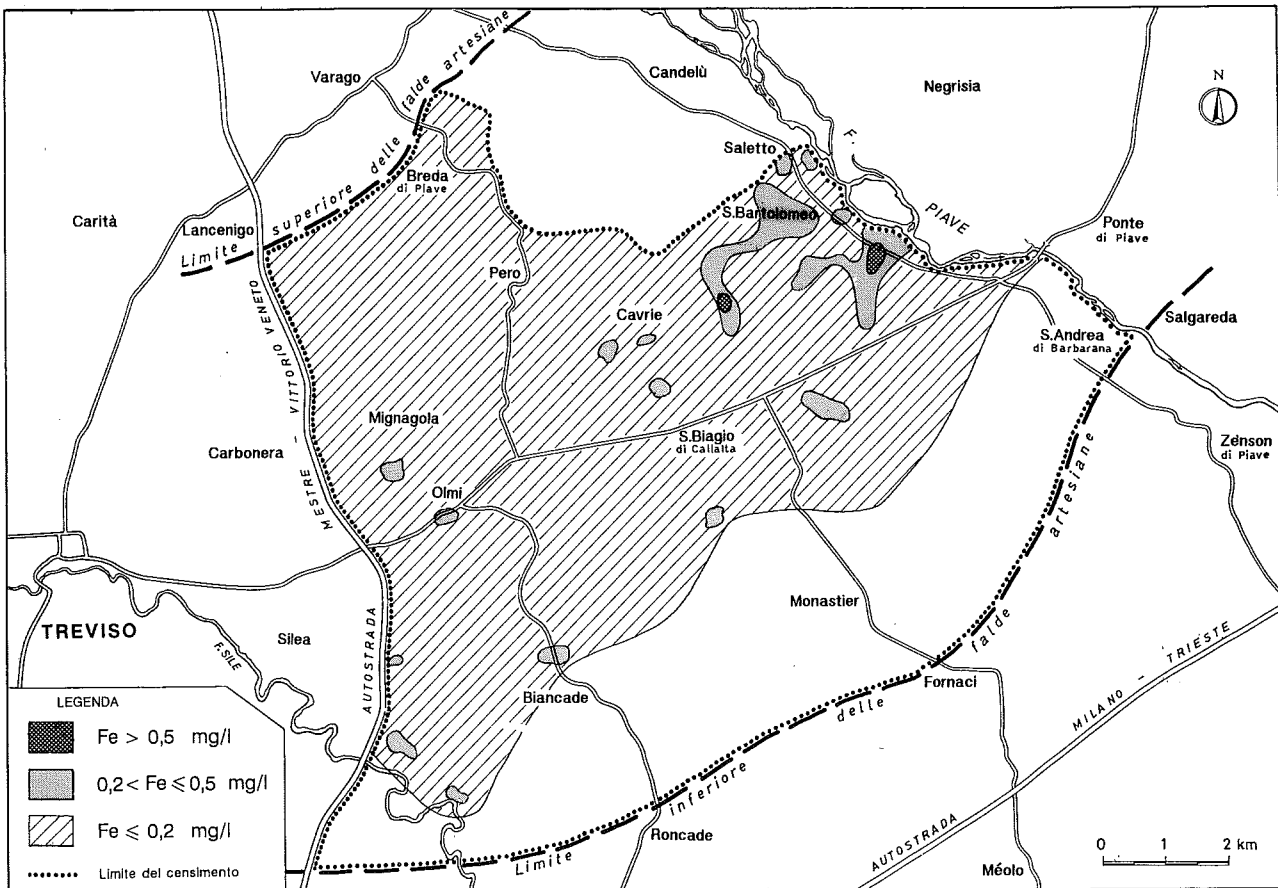


FIG. 20 - Distribuzione del ferro nella terza artesiiana (limite di potabilità 0,2 mg/l).

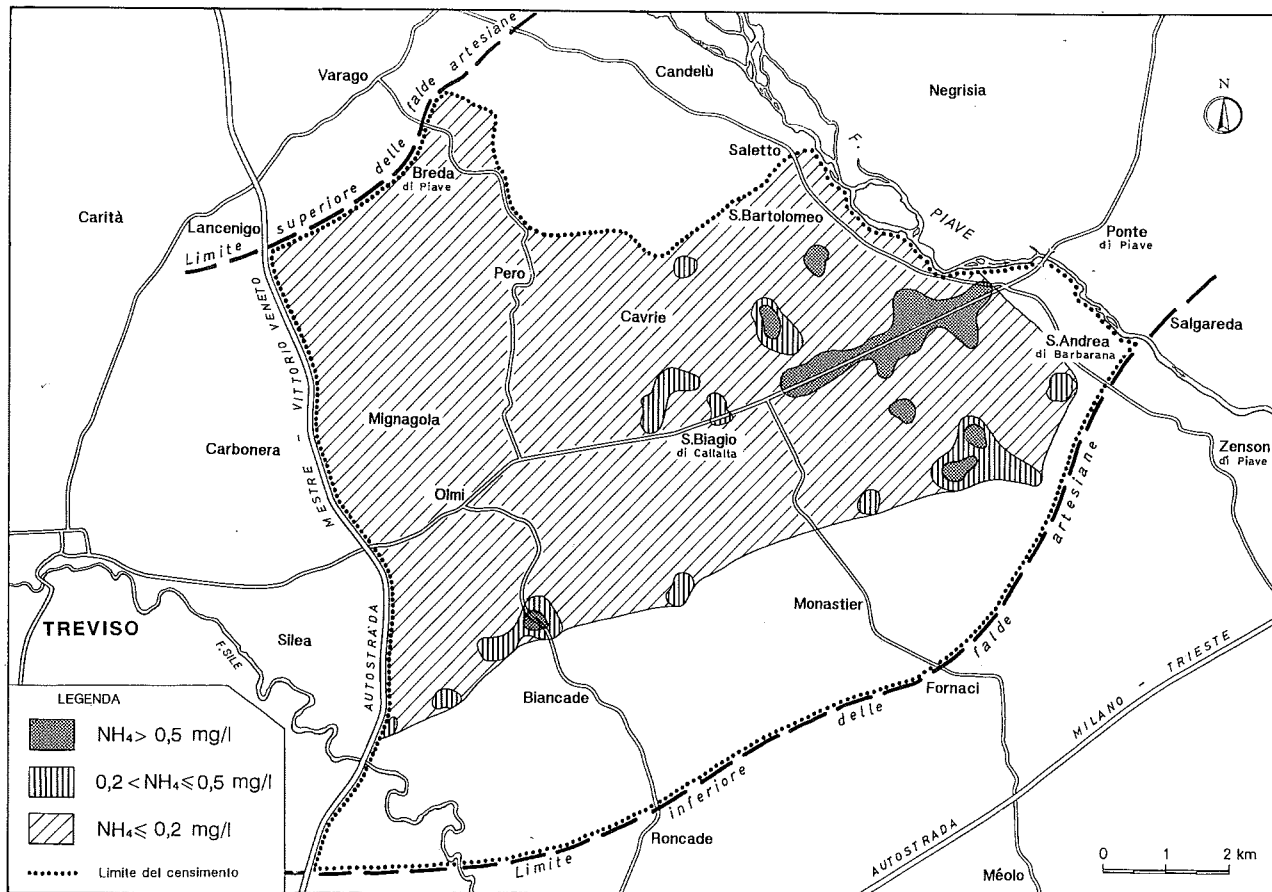


Fig. 21 - Distribuzione dell'ammoniaca nella quarta falda artesiiana (limite di potabilità 0,5 mg/l).

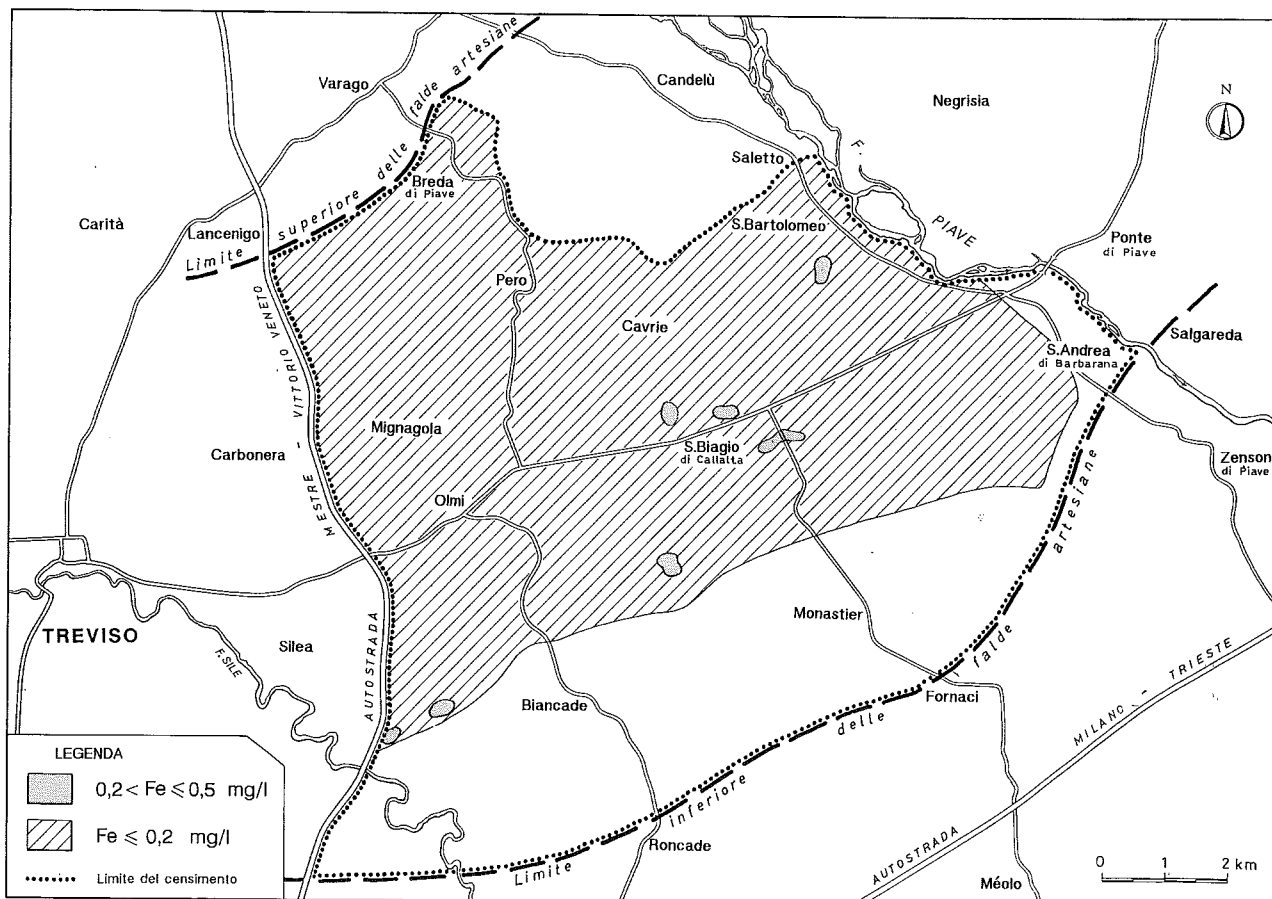


Fig. 22 - Distribuzione del ferro nella quarta falda artesiiana (limite di potabilità 0,2 mg/l).

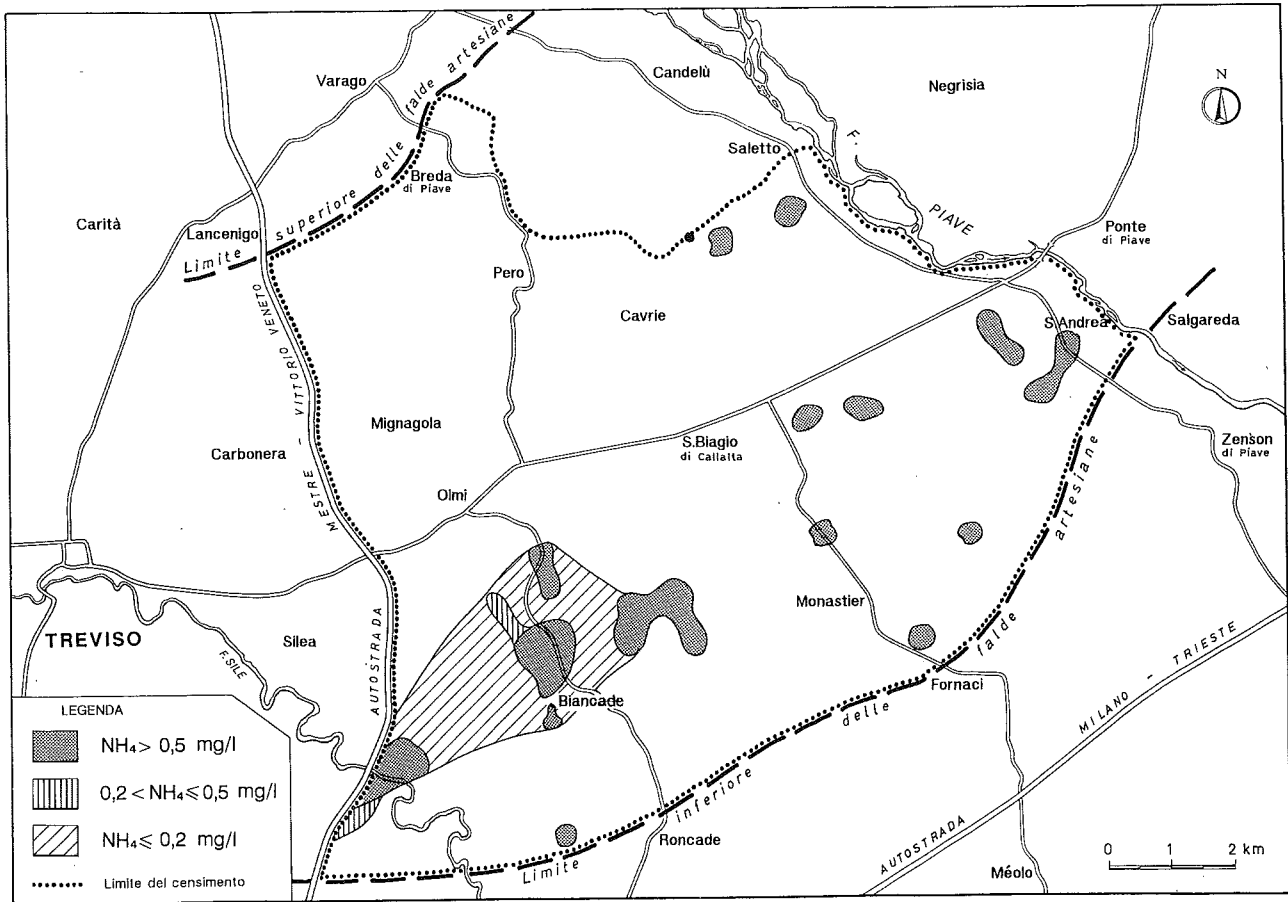


FIG. 23 - Distribuzione dell'ammoniaca nelle falde profonde artesiane (limite di potabilità 0,5 mg/l).

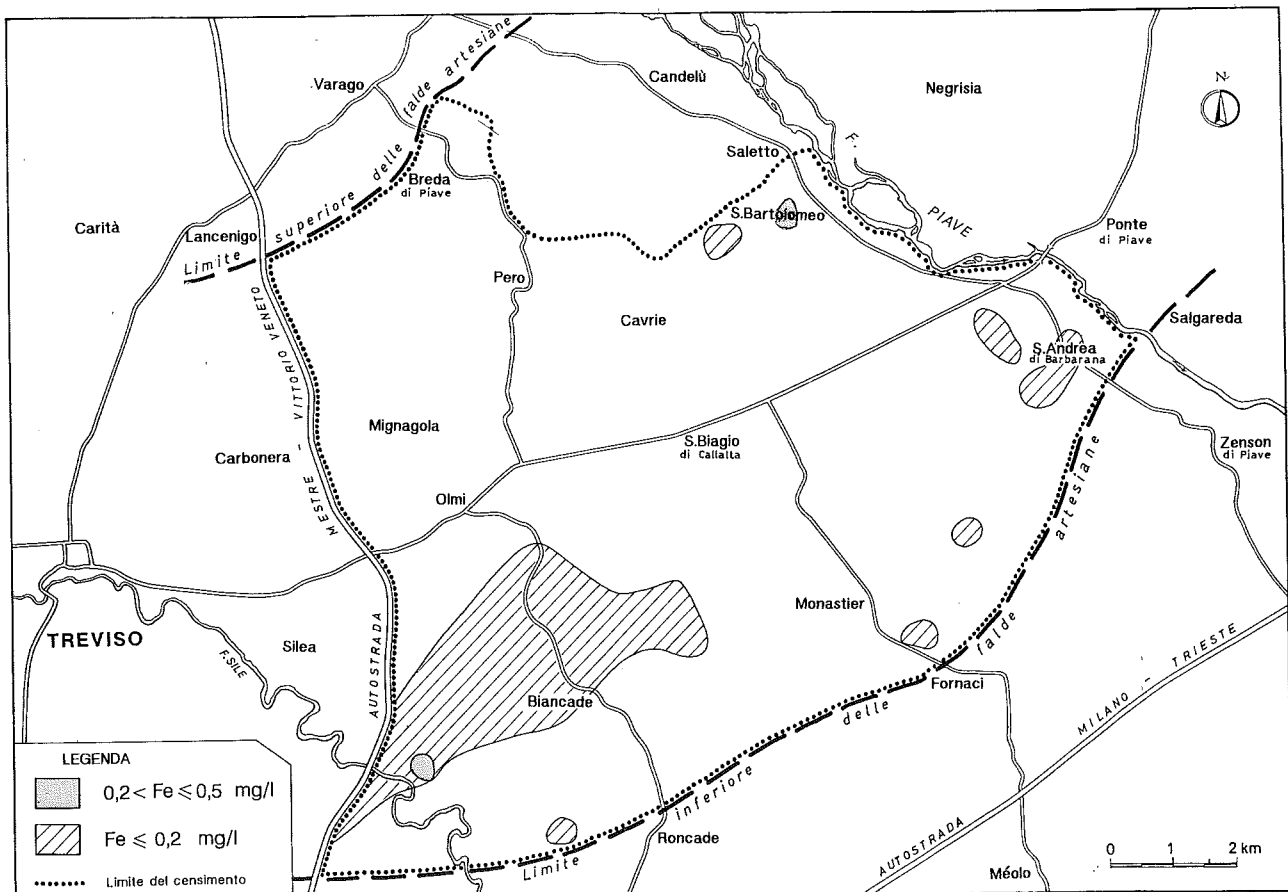


FIG. 24 - Distribuzione del ferro nelle falde profonde artesiane (limite di potabilità 0,2 mg/l).

- *Quarta falda artesiiana* (profondità 205 - 240 m); pozzi esaminati 142. Le aree ad eccesso di ammoniaca (Fig. 21) hanno estensione limitata, si concentrano nella parte orientale. Molto ridotte in numero ed estensione sono le aree ad eccesso di ferro, tutte contenute entro la fascia meridionale (Fig. 22).

- *Falde artesiane profonde* (profondità maggiore di 240 m); pozzi esaminati 44. La maggior parte dei pozzi fornisce acqua con eccesso di ammoniaca (Fig. 23), mentre il ferro è contenuto in concentrazioni limitate (Fig. 24), normalmente entro i limiti di potabilità.

Le conclusioni che si possono trarre sono le seguenti:

- le acque fornite dalle falde artesiane contengono frequentemente ferro ed ammoniaca in quantità superiori al limite di potabilità;

- le aree con acque non potabili sono generalmente ubicate nella fascia meridionale dell'area esaminata; la fascia settentrionale fornisce normalmente acque con contenuti limitati di ferro ed ammoniaca, accettabili per l'uso potabile;

- in termini generali, le acque potabili sono molto più diffuse nelle falde più profonde che nelle falde superiori; fanno eccezione le acque provenienti da profondità superiori a 240 m, che, nei punti esaminati, contengono di norma eccesso di ammoniaca.

LO SFRUTTAMENTO ATTUALE DELLE FALDE

Durante la fase del censimento, sono state misurate le portate spontanee dei pozzi. Si ricorda che il diametro dei pozzi è di 6 - 8 cm, che la bocca pozzo è posta generalmente a 1 - 1,5 m sopra il p.c. e che dei 2272 pozzi censiti, ne sono stati misurati 1943, che sono ad erogazione spontanea. Dei rimanenti 329, alcuni sono risultati non a portata spontanea; gli altri sono inaccessibili alla misura. La portata dei pozzi varia tra 0,1 e 7 l/s. La portata globale, misurata ai pozzi tra il luglio e l'ottobre 1990, è risultata di 1583 l/s.

Occorre puntualizzare che tale portata sgorga liberamente dai pozzi, riversandosi inutilizzata nei fossati della rete idrografica locale.

Per circa il 95% i pozzi sono utilizzati a scopo potabile, essendo il territorio privo di acquedotti pubblici. L'utilizzazione dell'acqua avviene con prese a monte della bocca pozzo, dove è stata misurata la portata.

L'acqua erogata dalle singole falde è risultata la seguente:

- *Prima falda artesiiana* (25 - 65 m); pozzi presenti 1407; pozzi misurati 1157; portata spontanea misurata 343 l/s; portata complessiva stimata 418 l/s.

- *Seconda falda artesiiana* (75 - 125 m); pozzi presenti 462; pozzi misurati 425; portata spontanea misurata 446 l/s; portata complessiva stimata 483 l/s.

- *Terza falda artesiiana* (155 - 180 m); pozzi presenti 217; pozzi misurati 198; portata spontanea misurata 421 l/s; portata complessiva stimata 461 l/s.

- *Quarta falda artesiiana* (205 - 240 m); pozzi presenti 142; pozzi misurati 132; portata spontanea misurata 312 l/s; portata complessiva stimata 336 l/s.

- *Falde profonde artesiane* (oltre 240 m); pozzi presenti 44; pozzi misurati 34; portata spontanea misurata 60 l/s; portata complessiva stimata 78 l/s.

Dai dati riportati, la portata media dei singoli pozzi di ciascuna falda risulta la seguente:

- *Prima falda artesiiana* = 0,3 l/s

- *Seconda falda artesiiana* = 1,0 l/s

- *Terza falda artesiiana* = 2,1 l/s

- *Quarta falda artesiiana* = 2,4 l/s

- *Falde profonde artesiane* = 1,8 l/s

EVOLUZIONE DELLO SFRUTTAMENTO NEL TEMPO

La valutazione dello sfruttamento nel tempo e la tendenza all'utilizzo di ciascuna falda sono state esaminate analizzando l'aumento negli ultimi 90 anni del numero dei pozzi e del valore della portata relativi ai singoli acquiferi.

I dati ottenuti si possono così schematizzare:

- *Prima falda artesiiana* (1407 pozzi; profondità 25 - 65 m): dal numero di pozzi (Fig. 25) si osserva una rilevante tendenza all'utilizzo di questa falda tra il 1950 ed il 1970; in questo periodo i pozzi sono aumentati da 446 a 1135 (35 per anno), mentre nei successivi vent'anni (1970 - 1990) l'incremento è notevolmente diminuito, passando da 1135 a 1407 pozzi, pari a 14 pozzi per anno; tale tendenza è riscontrabile anche nell'esame del diagramma relativo alla portata cumulativa.

- *Seconda falda artesiiana* (462 pozzi; profondità 75 - 125 m): l'utilizzazione della falda (Fig. 26) è in chiaro aumento dal 1965, segnalata dalla curva del numero cumulativo dei pozzi e soprattutto dalla curva delle portate cumulative; la portata, di 23 l/s nel 1965, è passata in dieci anni a 72 l/s, per arrivare nel 1990 a 446 l/s.

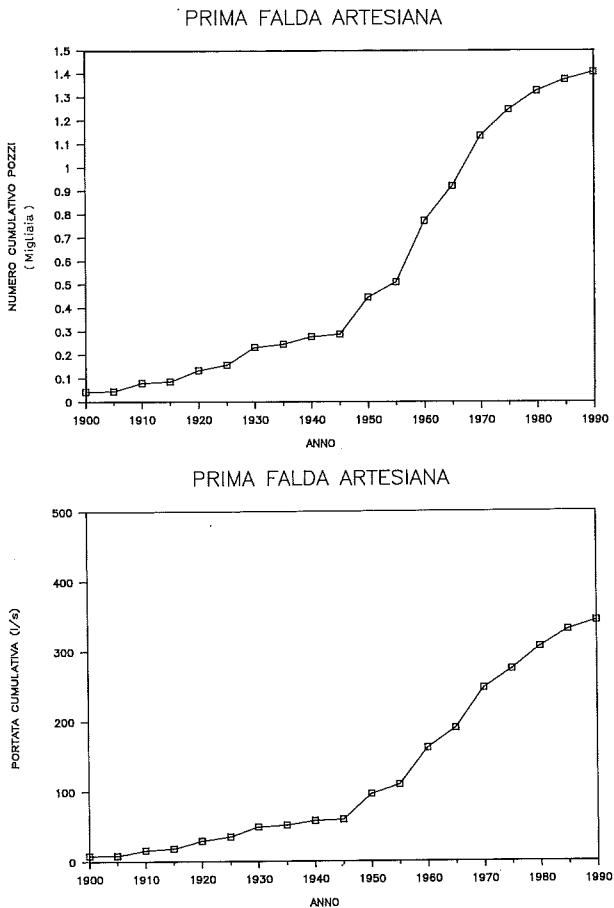


FIG. 25 - Numero cumulativo di pozzi e portata cumulativa nella prima falda artesianiana.

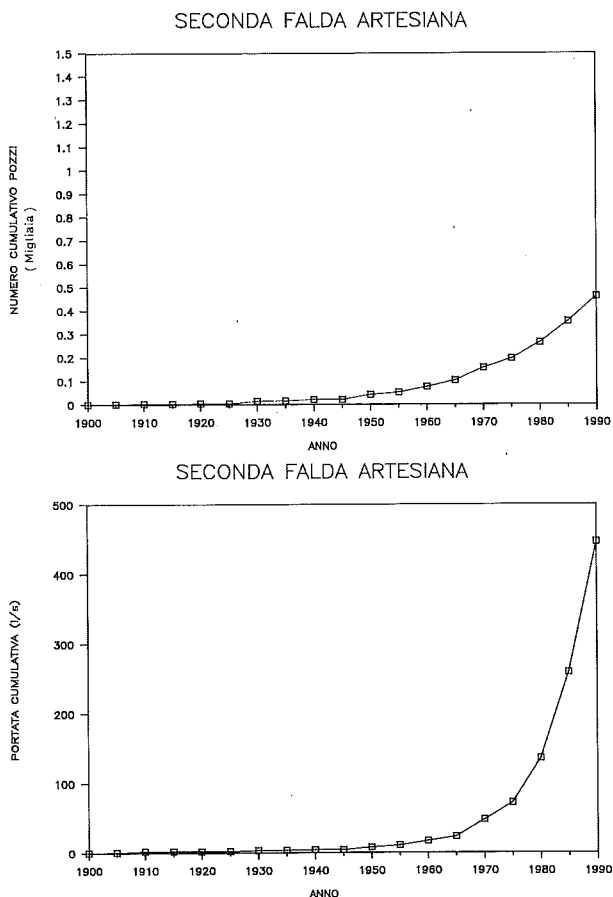


FIG. 26 - Numero cumulativo di pozzi e portata cumulativa nella seconda falda in pressione.

- *Terza falda artesianiana* (217 pozzi; profondità 155 - 180 m): l'utilizzo della falda (Fig. 27) è iniziato praticamente attorno al 1970, con 31 pozzi, passati a 74 nel 1980 e a 217 nel 1990; è in atto una chiara tendenza ad un rapido aumento nello sfruttamento, ben rilevabile dalla curva delle portate, i cui valori sono saliti da 16 l/s (1970), da 83 l/s (1980) e a ben 421 l/s nel 1990.

- *Quarta falda artesianiana* (142 pozzi ; profondità 205 - 240 m): l'uso della falda è recentissimo (Fig. 28), iniziato praticamente nel 1970 con 15 pozzi, passati a 41 nel 1980 e a 142 nel 1990. La portata è passata da 4 l/s del 1970 a 38 l/s del 1980 a a ben 312 l/s nel 1990.

- *Falde profonde artesianiane* (44 pozzi; profondità 240 - 360 m): lo sfruttamento di queste falde è nella fase iniziale (Fig. 29); nel 1980 esistevano 14 pozzi, passati a 44 nel 1990; la portata è cresciuta dai 18 l/s nel 1980 agli attuali 60 l/s.

Dalle analisi svolte (Tab. 4) si può rilevare la seguente situazione:

- la falda con il maggior numero di pozzi è la prima (1407);
- la falda più utilizzata è la seconda, con una portata complessiva stimata di 483 l/s;
- le falde più produttive sono la terza e la quarta, con portate singole spontanee ai pozzi rispettivamente di circa 2,1 e 2,4 l/s e con prevalenze sul p.c. di 3 - 4 m e di 4 - 5 m.

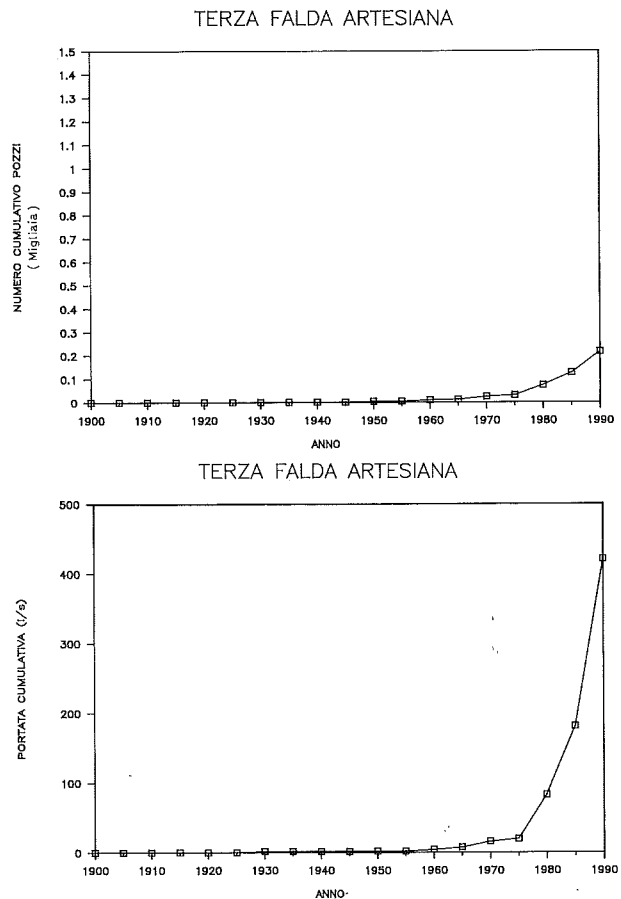


FIG. 27 - Numero cumulativo di pozzi e portata cumulativa nella terza falda in pressione.

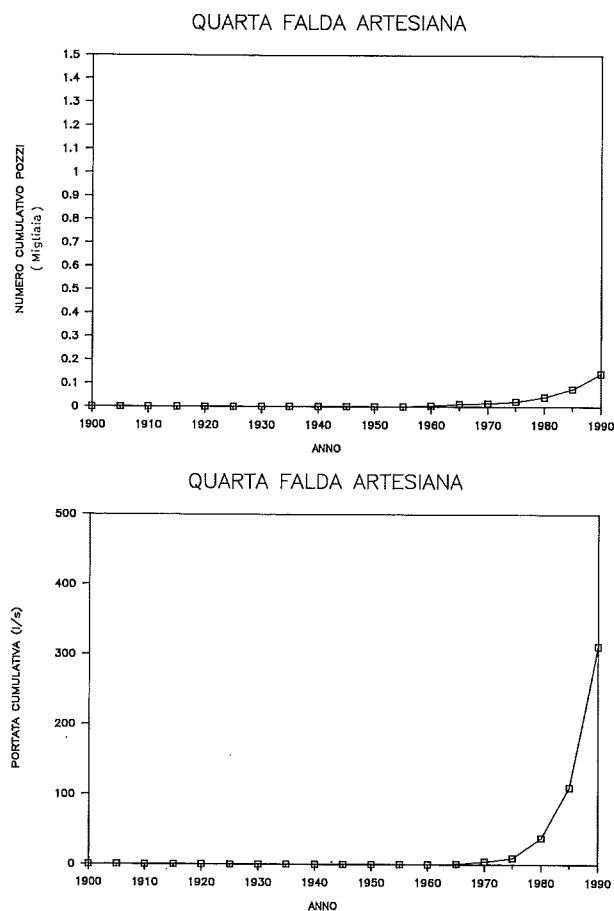


FIG. 28 - Numero cumulativo di pozzi e portata cumulativa nella quarta falda in pressione.

- la tendenza attuale nell'utilizzazione delle acque sotterranee è rivolta in modo determinante verso la seconda e soprattutto la terza e quarta falda, come risulta dalle figure 26, 27 e 28.

VALUTAZIONI CONCLUSIVE E RIASSUNTIVE

Le ricerche svolte hanno consentito di conoscere i caratteri di produttività, la qualità delle acque, l'attuale sfruttamento e la tendenza futura dello sfruttamento dei differenti acquiferi nel settore della media pianura veneta tra Treviso ed il fiume Piave.

TAB. 4 - Situazione generale dei pozzi

| FALDA ARTESIANA | POZZI CENSITI | PROFONDITA' (m) | PORTATA SPONTANEA (l/s) | PORTATA MEDIA (l/s) |
|-----------------|---------------|-----------------|-------------------------|---------------------|
| Prima | 1407 | 25 - 65 | 418 | 0.3 |
| Seconda | 462 | 75 - 125 | 483 | 1.0 |
| Terza | 217 | 155 - 180 | 461 | 2.1 |
| Quarta | 142 | 205 - 240 | 336 | 2.4 |
| Profonde | 44 | 240 - 360 | 78 | 1.8 |

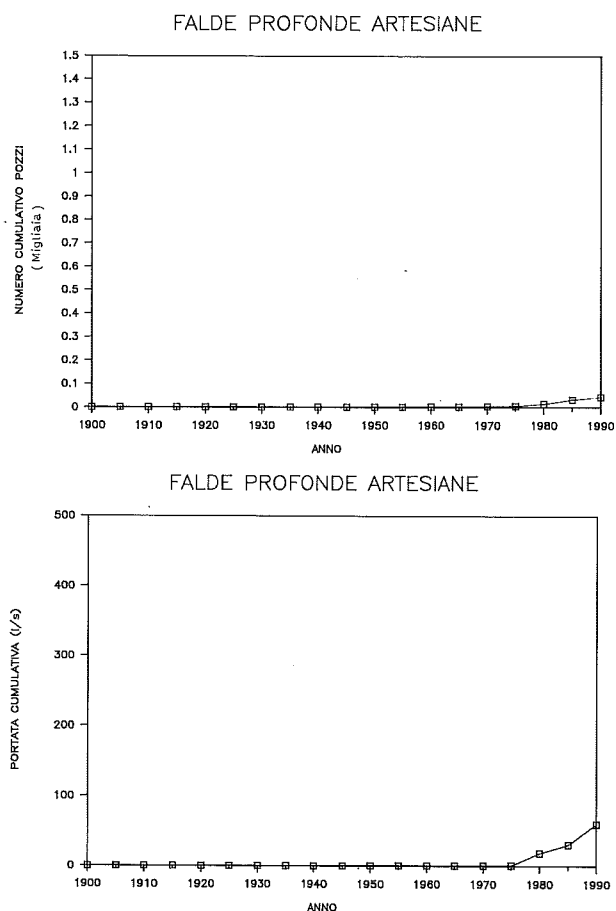


FIG. 29 - Numero cumulativo di pozzi e portata cumulativa nelle falde profonde in pressione.

Tra i vari acquiferi presenti fino a circa 360 metri di profondità risultano più produttive la terza e la quarta falda, poste alle profondità di 155 - 180 m e di 205 - 240 m: infatti le portate spontanee dei singoli pozzi (oltre 2 l/s) sono le maggiori.

La qualità delle acque sotterranee, spesso scadente nelle prime due falde e in quelle a profondità superiore ai 240 m, è invece discreta nella terza e quarta falda.

L'utilizzazione della prima falda appare in diminuzione, mentre quella della seconda e soprattutto della terza e quarta risulta in forte e rapido aumento.

Dai dati di tendenza si può prevedere per il futuro un forte sfruttamento della terza e quarta falda.

L'uso privato delle acque sotterranee e la consuetudine di consentire l'erogazione spontanea continua dei pozzi determina uno scarico sulla rete idrografica locale di una portata di oltre 1700 l/s, che costituisce uno spreco inutile e sconsiderato.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare il Prof. GB. DAL PIAZ per aver accolto questo lavoro nelle "Memorie di Scienze Geologiche"; il p.m. F. TODESCO per il disegno delle figure di questo lavoro; i dirigenti dell'Acquedotto del Basso Piave (S. Donà di Piave) per le analisi chimiche.

BIBLIOGRAFIA

- ANTONELLI R., 1986 - *Primi risultati di ricerche idrogeologiche sulla ricarica naturale delle falde nell'alta pianura alluvionale del fiume Piave*. Mem. Sc. Geol. Univ., v. 38, pp. 235-243, Padova.
- ANTONELLI R.G., DAL PRA' A., 1980 - *Carta dei deflussi freatici della alta Pianura Veneta, con note illustrative*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, v. 51,(1), pp. 185-197, Roma.
- ANTONELLI R., DAL PRA' A., 1985 - *Alcune analisi e correlazioni sul regime della falda freatica nell'alta Pianura Veneta*. Studi idrogeologici sulla pianura padana, v. 2, Ed. CLEUP, Milano.
- CALVINO F., 1966 - *Idrogeologia delle falde artesiane a nord di Vicenza*. Atti Conv. Attualità e orizzonti di reperimento e uso delle acque nelle Venezia, 27 pp., Padova.
- D'ALPAOS L. e DAL PRA' A., 1978 - *Indagini sperimentali sull'alimentazione delle falde idriche nell'alta pianura alluvionale del Piave*. Atti XVI Conv. di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, 12 pp., Torino.
- DAL PRA' A., 1971 - *Risultati preliminari di ricerche idrogeologiche nella pianura alluvionale tra Astico e Brenta*. Tecnica Italiana, v. 36, n. 9-10, 10 pp., Trieste.
- DAL PRA' A., 1983 - *Carta idrogeologica dell'alta Pianura Veneta*. Grafiche Erredici, Padova.
- DAL PRA' A., 1989 - *La ricarica artificiale delle falde nell'alta pianura trevigiana in destra Piave*. Pp. 66, Società Industrie Tipolitografiche, Treviso.
- DAL PRA' A. e ANTONELLI R., 1978 - *Indagini idrogeologiche sulle falde di subalveo di alcuni fiumi veneti e friulani*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, v. 34, (11), pp. 265-279, Roma.
- DAL PRA' A. e ANTONELLI R., 1980 - *Restituzione freatica ai fontanili nell'alta Pianura Veneta, tra il Fiume Piave e i Monti Lessini*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, v. 51, 25 pp., Roma.
- DAL PRA' A., BELLATI R., 1977 - *Distribuzione dei materiali limoso-argillosi nel sottosuolo della Pianura Veneta*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, v. 34, (4), pp. 87-98, Roma.
- DAL PRA' A., BELLATI R., COSTACURTA R., SBETTEGA G., 1976 - *Distribuzione delle ghiaie nel sottosuolo della Pianura Veneta*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, v. 28, (12), pp. 337-343, Roma.
- DAL PRA' A., FABBRI P. e BELLENGHI G., 1989a - *Esempi di sfruttamento delle falde artesiane nella media pianura veneta in aree non servite da acquedotti pubblici. Modalità di utilizzazione, quantità dei prelievi, vantaggi ed effetti negativi*. Mem. Sc. Geol., v. 41, pp. 155-130, Padova.
- DAL PRA' A., FABBRI P. e BELLENGHI G., 1990 - *Nuovi dati idrogeologici sul sottosuolo della pianura alluvionale trevigiana nella zona di Candellù e Roncabelle a ridosso del fiume Piave*. Mem. Sc. Geol., v. 42, pp. 105 -119, Padova.
- DAL PRA' A., FABBRI P. e POLLASTRI L., 1989b - *Caratteri idrogeologici della zona di San Polo e Ormelle in sinistra Piave nella pianura trevigiana. Potenzialità delle falde e loro utilizzazione*. Mem. Sc. Geol., v. 41, pp. 459-478, Padova.
- DAL PRA' A., VERONESE F., 1972 - *Gli acquiferi nell'alta pianura alluvionale del Brenta e i loro rapporti col corso d'acqua. Ricerche preliminari*. Atti Ist. Veneto Sc. Lett. ed Arti, v. 5, pp. 189-222, Venezia.
- GRUPPO DI STUDIO SULLE FALDE ACQUIFERE PROFONDE DELLA PIANURA PADANA, 1979 - *Lineamenti idrogeologici della Pianura Padana*. Quad. Ist. di Ric. sulle Acque, v. 28, (II), 77 pp., Modena.
- GRUPPO DI STUDIO SULLE FALDE ACQUIFERE PROFONDE DELLA PIANURA PADANA, 1981 - *Contributi tematici per la conoscenza della idrogeologia padana*. Quad. Ist. di Ric. sulle Acque, v. 51, (II), 70 pp., Roma.
- SOTTANI N., PRETTO L., MARCOLONGO B., 1982 - *Gli acquiferi della pianura a nord di Vicenza*. A.I.M. Vicenza e C.N.R., AQ/2/18, 159 pp., Vicenza-Roma.
- STEFANINI S. e CUCCHI F., 1977 - *Le ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta ad oriente del F. Piave*. Quad. Ist. di Ric. sulle Acque, v. 34, (3), pp. 67-79, Roma.