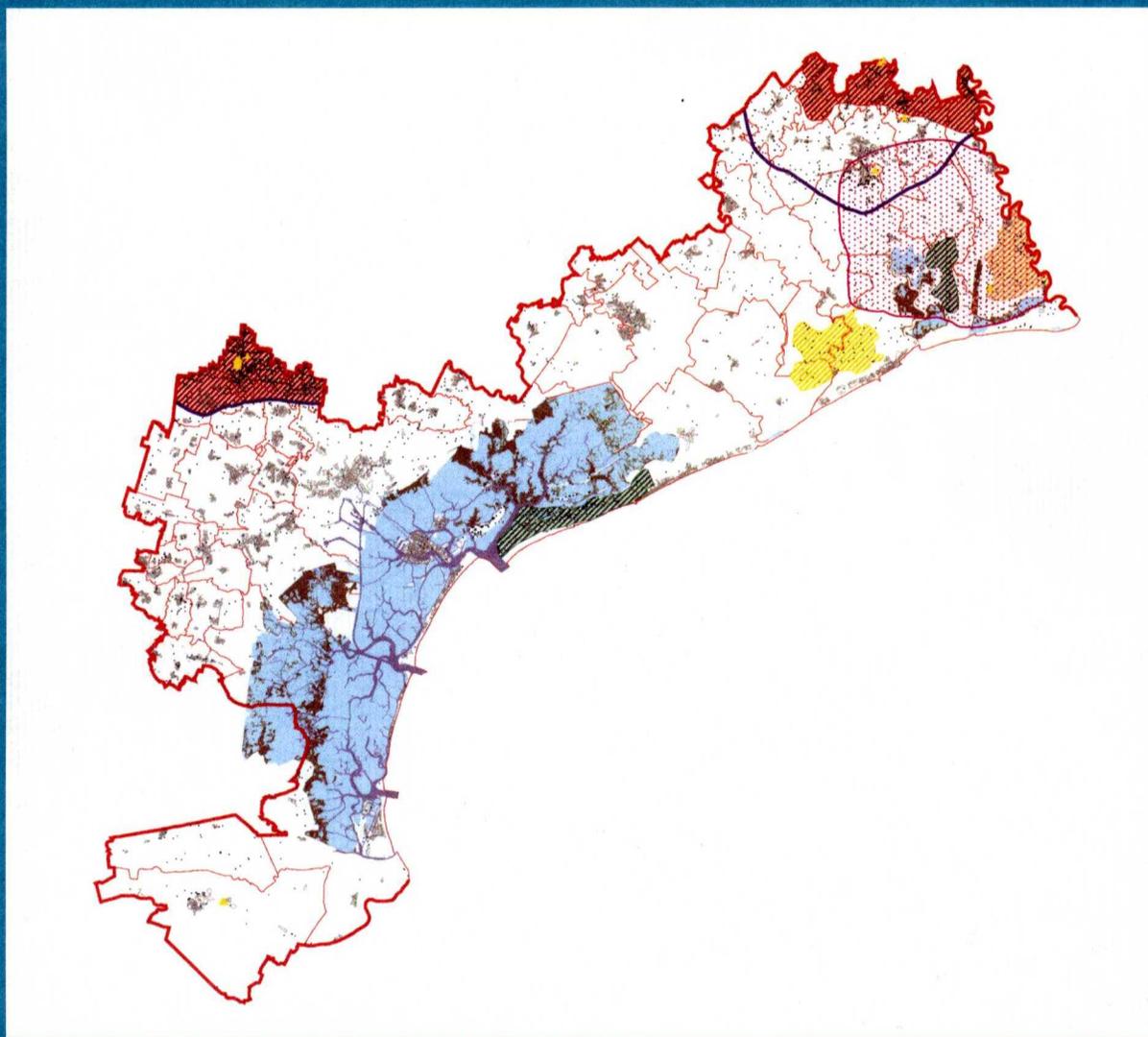




**PROVINCIA DI VENEZIA**

Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio  
Ufficio Difesa del Suolo

# INDAGINE IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO PROVINCIALE DI VENEZIA







PROVINCIA DI VENEZIA  
SETTORE TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO  
Ufficio Difesa del suolo

*Con la partecipazione dei Comuni di*

Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Caorle, Cavallino-Treporti, Cavarzere, Ceggia, Chioggia, Cinto Caomaggiore, Cona, Concordia Sagittaria, Dolo, Eraclea, Fiesso d'Artico, Fossalta di Piave, Fossalta di Portogruaro, Fossò, Gruaro, Jesolo, Marcon, Martellago, Meolo, Mira, Mirano, Musile di Piave, Noale, Noventa di Piave, Pianiga, Portogruaro, Pramaggiore, Quarto d'Altino, Salzano, San Donà di Piave, San Michele al Tagliamento, Santa Maria di Sala, San Stino di Livenza, Scorzè, Spinea, Stra, Teglio Veneto, Venezia, Vigonovo

# Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia

Antonio Dal Prà, Lucia Gobbo,  
Andrea Vitturi, Pietro Zangheri

*con la collaborazione di*

Valentina Bassan, Vittorio Bisaglia,  
Enrico Conchetto, Jacopo De Rossi,  
Andrea Garbellini



*Responsabile del progetto*  
Andrea Vitturi, Provincia di Venezia

*Coordinamento scientifico*  
Antonio Dal Prà, Università di Padova

*Rilevamento idrogeologico*

PORTOGRUARESE  
Andrea Garbellini

SANDONATESE  
Vittorio Bisaglia

AREA CENTRALE  
Valentina Bassan  
Jacopo De Rossi  
Lucia Gobbo  
Pietro Zangheri

AREA MERIDIONALE  
Enrico Conchetto

SUPERVISIONE AL RILEVAMENTO  
IDROGEOLOGICO PER L'AREA  
MERIDIONALE, SANDONATESE  
E PORTOGRUARESE  
Pietro Zangheri

*Catasto Approvvigionamenti Idrici  
Autonomi*  
Ornella Riccato, Provincia di Venezia

*Impostazione dell'archivio  
georeferenziato del censimento  
dei pozzi mediante l'utilizzo del software  
APIC-DOS per Windows*  
Lucia Gobbo

*Database in formato Microsoft Access 97  
per l'archiviazione dei rilievi idrogeologici*  
Andrea Garbellini

*Studio del sistema geotermico*  
Andrea Garbellini  
*in collaborazione con*  
Pietro Zangheri

*Progettazione idrogeologica della rete  
di monitoraggio delle acque sotterranee*  
Pietro Zangheri  
*Ha collaborato*  
Marina Aurighi,  
consulente della Regione Veneto  
e dell'ARPAV

*Elaborazioni cartografiche informatizzate  
Sintesi complessiva dei dati*  
Lucia Gobbo  
Pietro Zangheri

*Elaborazioni con il software IDRISI 2.0  
per il Sandonatese*  
Vittorio Bisaglia

*Stesura del testo*  
Pietro Zangheri  
*con la supervisione di*  
Andrea Vitturi

*Achiviazioni informatizzate  
ed elaborazioni dati*  
Valentina Bassan  
Vittorio Bisaglia  
Enrico Conchetto  
Paolo Fabbri  
Andrea Garbellini  
Lucia Gobbo  
Pietro Zangheri

*Rilevamento idrogeologico eseguito nei  
seguenti periodi*  
Portogruarese: 1997-1998  
Sandonatese: 1998  
Area Centrale: 1991-1998  
Comune di Noale: 1991  
Comune di Scorzé: 1992-1993  
Comuni di Martellago, Mirano, Pianiga,  
Salzano, Santa Maria di Sala: 1993-1994  
Comuni di Campagna Lupia,  
Campolongo Maggiore, Camponogara,  
Dolo, Fiesso d'Artico, Fossò, Spinea,  
Strà, Vigonovo: 1994-1995  
Comune di Mira: 1996  
Comuni di Cavallino-Treporti, Marcon,  
Quarto d'Altino, Venezia: 1997-1998  
Area Meridionale: 1997-1998

*Rilievi su rete di monitoraggio e integra-  
zioni al rilevamento idrogeologico*  
1995-2000

*Civiltà dell'Acqua*



Il testo è aggiornato al dicembre 2000.

*Cura editoriale*  
Cicero di Stefano Bortoli, Venezia

© 2001 Provincia di Venezia

## Presentazione

L'attenzione della Provincia di Venezia riguardo la conoscenza e la corretta gestione delle risorse naturali presenti sul proprio territorio si è sempre più sviluppata in questi ultimi anni.

Essa è rivolta a vari aspetti, come d'altronde previsto dalla L. 142/90, che vanno dalla Protezione Civile, alla Tutela e Valorizzazione di fondamentali risorse naturali come l'acqua sotterranea, alla Difesa del Suolo

Oggi, se da una parte il notevole sviluppo di importanti attività economiche, presenti in varie aree della provincia (e, più in generale, del Veneto), è possibile proprio grazie alla presenza di ricche e pregiate risorse idriche sotterranee, dall'altra non si può ignorare come lo sfruttamento di queste risorse possa comportare inaccettabili squilibri ambientali.

I dati presentati in questo testo sono i risultati del lavoro che la Provincia sta svolgendo da oltre 10 anni; lavoro finalizzato alla conoscenza delle caratteristiche e della distribuzione delle acque sotterranee e del loro attuale sfruttamento, lavoro però altrettanto attento al pervenire, sulla base di precisi dati scientifici, a dare risposte ai problemi connessi con un corretto uso della georisorsa acqua sotterranea.

È inutile infatti tacere che oggi, strettamente legati all'uso delle risorse idriche, vi sono importanti problemi sia normativi che ambientali.

Da un punto di vista ambientale, i problemi sono vari e vanno, per esempio, dal depauperamento delle falde alla subsidenza indotta da eccessivi emungimenti.

Da un punto di vista normativo, va rilevato che esistono numerose norme, ma esse sono in parte datate ed intricate e spesso inapplicate.

La risoluzione dei problemi accennati non può non coinvolgere i numerosi Enti preposti al governo delle acque. Proprio per questo, va sottolineato che la *Indagine idrogeologica del territorio provinciale*, pur partita e coordinata dalla Provincia di Venezia, ha coinvolto, tramite un apposito Gruppo di lavoro, anche vari altri Enti che vanno dai Comuni (che nella quasi totalità hanno cofinanziato in parte il lavoro) al Genio Civile, dall'ARPAV alla Regione Veneto, solo per citarne alcuni.

LUIGINO BUSATTO  
Presidente  
della Provincia di Venezia

DELIA MURER  
Assessora alla Protezione Civile  
della Provincia di Venezia



# Indice

1	PREMESSA	13	6.4.3	Caratterizzazione delle falde	60
2	INTRODUZIONE	15	6.4.4	Sintesi sull'idrogeologia dell'Area Meridionale	64
2.1	Motivazioni dello studio	15			
2.2	Motivazioni di carattere normativo	15	7	SINTESI COMPLESSIVA DEI DATI RACCOLTI	65
2.3	Motivazioni di carattere ambientale e territoriale	18	7.1	Dati generali	65
2.4	Applicazioni e limiti della <i>Indagine idrogeologica</i>	20	7.2	Entità e distribuzione dei prelievi	65
			7.3	Aree a elevato sfruttamento	67
			7.4	Uso delle acque	72
			7.5	Evoluzione dello sfruttamento	73
3	PIANO LAVORI	21	7.5.1	Confronto nelle aree per cui si dispone di dati pregressi (area tra Brenta e Piave)	74
4	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO	23	7.5.2	Rimanenti aree	76
4.1	Inquadramento geologico-strutturale	23	7.6	Caratteristiche qualitative delle acque	78
4.2	Assetto idrogeologico generale della Pianura Veneta	26	8	IL PROGETTO «RETE DI MONITORAGGIO»	87
4.3	Assetto idrogeologico del territorio provinciale	27	8.1	Generalità	87
			8.2	Obiettivi	87
			8.3	Problematiche specifiche	87
			8.4	Stato attuale della rete di monitoraggio	88
5	RICERCHE SVOLTE	31	8.5	Analisi e discussione dei dati raccolti	89
5.1	Metodologia	31	8.5.1	Dati qualitativi	89
5.2	Strumentazione	33	8.5.2	Dati quantitativi	99
5.2.1	Pressione (nei pozzi ad erogazione spontanea)	33	8.6	Rete di monitoraggio: problemi aperti	99
5.2.2	Portata	33	8.7	Rete di monitoraggio. Conclusioni	100
5.2.3	Temperatura dell'acqua	35	9	LE RISORSE IDROTERMALI NEL PORTOGRUARESE	101
5.2.4	Conducibilità elettrica dell'acqua	35	9.1	Premessa	101
5.2.5	Ferro	35	9.2	Geologia e idrogeologia dell'area	101
5.2.6	Ammoniaca	35	9.3	Analisi sul termalismo e parametrizzazione delle falde nell'area termale	102
6	CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA PER SINGOLE AREE	37	9.4	Sfruttamento delle acque	110
6.1	Portogruarese	37	9.5	Chimismo delle acque termali	111
6.1.1	Generalità	37	9.6	Conclusioni	112
6.1.2	Struttura stratigrafica di dettaglio	37	10	ASPETTI GESTIONALI	115
6.1.3	Caratterizzazione delle falde	42	10.1	Premessa	115
6.1.4	Sintesi sull'idrogeologia del Portogruarese	44	10.2	Pozzi non autodenunciati e/o abusivi	115
6.2	Sandonatese	45	10.3	Spreco della risorsa	115
6.2.1	Generalità	45	10.4	Assenza di informazioni su numerosi punti di prelievo	116
6.2.2	Struttura stratigrafica di dettaglio	45	10.5	Necessità di coordinare gli interventi con gli altri enti aventi compiti gestionali in materia	117
6.2.3	Caratterizzazione delle falde	48			
6.2.4	Sintesi sull'idrogeologia del Sandonatese	52	10.6	Semplificazione delle procedure autorizzative per le piccole derivazioni	117
6.3	Area Centrale (Miranese, Riviera del Brenta, Veneziano)	53	10.7	Proposte tecniche da sottoporre alle amministrazioni competenti	117
6.3.1	Generalità	53	11	CONCLUSIONI	119
6.3.2	Struttura stratigrafica di dettaglio	53		Bibliografia	123
6.3.3	Caratterizzazione delle falde	55			
6.3.4	Sintesi sull'idrogeologia dell'Area Centrale	58			
6.4	Area Meridionale	60			
6.4.1	Generalità	60			
6.4.2	Struttura stratigrafica di dettaglio	60			

## Indice della tabelle

1.	Schema degli acquiferi individuati. Portogruarese	40	12.	Alcuni dati di sintesi della indagini idrogeologica del territorio provinciale suddivisi per area	67
2.	Parametrizzazione delle falde. Portogruarese	44	13.	Pozzi censiti, consumi misurati e prelievi per unità di superficie, suddivisi per comune	68
3.	Parametrizzazione delle falde per ciascuna delle tre fasce in cui è stato suddiviso il Portogruarese	45	14.	Prelievi (m <sup>3</sup> /anno) di acque sotterranee suddivisi per tipo di utilizzo	71
4.	Raggruppamento in sei unità idrogeologiche delle falde presenti nel sottosuolo del Portogruarese	45	15.	Portate medie prelevate (l/s) suddivise per tipo di prelievo e per area	71
5.	Principali acquiferi individuati nei 6 profili stratigrafici del Sandonatese	50	16.	Confronto tra i dati relativi ai censimenti esistenti per l'area compresa tra il Brenta e il Piave	75
6.	Schema riassuntivo delle principali falde acquifere del Sandonatese	51	17.	Pozzi censiti suddivisi per anno di costruzione	78
7.	Divisione dei pozzi censiti in falde e/o classi di profondità nelle aree ricadenti nei vari stralci della indagine idrogeologica dell'Area Centrale, con caratterizzazione delle singole falde	56	18.	Valori medi dei parametri misurati sulla rete di monitoraggio della provincia di Venezia	90
8.	Suddivisione in classi di profondità dei pozzi censiti nell'Area Centrale	56	19.	Parametrizzazione delle falde con acqua termale	105
9.	Suddivisione in classi di profondità dei pozzi censiti nell'Area Meridionale	62	20.	Classi di anomalie del gradiente geotermico	107
10.	Valori riassuntivi dei parametri misurati divisi per classe di profondità (Area Meridionale)	63	21.	Parametrizzazione delle falde che presentano anomalie termiche	108
11.	Alcuni dati di sintesi della «indagine idrogeologica»	67	22.	Sfruttamento delle falde con gradiente geotermico anomalo	112
			23.	Utilizzo dell'acqua termale	113

## Indice delle figure

1. Inquadramento dell'area indagata e stralci territoriali in cui è stata suddivisa l'indagine idrogeologica del territorio provinciale. 1. Area Meridionale (1998); 2. Riviera del Brenta (1996; suddivisa in due substralci: comune di Mira e rimanenti comuni); 3. Miranese (suddivisa in tre substralci: Noale, 1992; Scorzé, 1993; rimanenti comuni, 1994); 4. Veneziano (1998); 5. Sandonatese (1999); 6. Portogruarese (1998).	16	19. Istogramma di distribuzione pozzi-classe di profondità per l'Area Centrale	57
2. Sintesi delle motivazioni della «Indagine idrogeologica».	17	20. Distribuzione dei pozzi censiti nell'Area Meridionale suddivisi per classe di profondità	64
3. Schema logico della «Indagine idrogeologica»	23	21. Istogramma di distribuzione pozzi-falde per l'Area Meridionale	63
4. Stralcio della «North Eastern Italy Structural Map», relativo alla Pianura Veneto – Friulana. Vengono riportati i principali lineamenti tettonici (linee tratteggiate) corrispondenti a faglie sepolte (Slejko <i>et alii</i> , 1987).	25	22. Concentrazioni di Fe e relative linee di tendenza (regressione lineare) in relazione alla profondità	63
5. Morfologia del substrato roccioso pre-Quaternario (da Agip - Direzione Mineraria, 1972; 1990)	26	23. Concentrazioni di NH <sub>4</sub> e relative linee di tendenza (regressione lineare e logaritmica) in relazione alla profondità	63
6. Sezione geologico-generale attraverso la Pianura Veneta (da Leonardi <i>et alii</i> , 1973)	26	24. Variazione della conducibilità in funzione della profondità	66
7. Schema idrogeologico della Pianura Veneta. Legenda: 1) Fascia della media pianura caratterizzata dalle falde in pressione; 2) linee isofreatiche; 3) limite superiore della fascia dei fontanili; 4) tronco d'alveo disperdente.	27	25. Prelievo per unità di superficie suddivisi per comune	70
8. Modello idrogeologico della Pianura Veneta. La figura rappresenta una sezione-tipo con direzione Nord-Sud. L'area dove si ha il sistema multifalde in pressione corrisponde alla situazione idrogeologica dell'alto Miranese (zona di Scorzé, Noale e Martellago) e dell'alto Portogruarese (zona di Teglio Veneto, Gruaro, Cinto Caomaggiore...)	27	26. Distribuzione dei pozzi ad erogazione spontanea	72
9. Aree in cui è stato suddiviso il territorio per le elaborazioni idrogeologiche	30	27. Numero pozzi (percentuale sul totale) suddivisi per tipo di utilizzo	74
10. Area su cui si è eseguito il censimento «porta a porta»	34	28. Portate prelevate (%) suddivise per tipologia	74
11. Scheda utilizzata per i rilievi di campagna	36	29. Prelievi misurati (%) suddivisi per tipologia	74
12. Suddivisione in tre fasce del Portogruarese per la caratterizzazione delle falde	41	30. Pozzi censiti al 1966, 1972 e 1990-97 per l'area compresa tra il Brenta ed il Piave (con asterisco vengono segnati i comuni per i quali i censimenti del 1966 e del 1972, avevano interessato solo arte del comune)	76
13. Distribuzione dei pozzi censiti nel Portogruarese suddivisi per classe di profondità	42	31. Prelievi censiti al 1966, 1972 e 1990-97 per l'area compresa tra il Brenta ed il Piave (con asterisco vengono segnati i comuni per i quali i censimenti del 1966 e del 1972, avevano interessato solo parte del comune)	76
14. Istogramma di distribuzione pozzi-falde per il Portogruarese	44	32. Numero di pozzi censiti relativi alla quinta falda (260-300 m di profondità) in comune di Scorzé, suddivisi per anno di costruzione	77
15. Distribuzione dei pozzi censiti nel Sandonatese suddivisi per classe di profondità	48	33. Numero di pozzi censiti suddivisi per anno di costruzione (numero di pozzi su cui è disponibile il dato: 2650)	78
16. Istogramma di distribuzione pozzi-falde nel Sandonatese	51	34. Pozzi censiti suddivisi per anno di costruzione e intervallo di profondità. Sandonatese	78
17. Distribuzione di alcuni parametri nel Sandonatese	52	35. Pozzi censiti suddivisi per anno di costruzione e intervallo di profondità. Area Meridionale (comuni di Cona, Cavarzere e Chioggia)	78
18. Distribuzione dei pozzi censiti nell'area centrale suddivisi per classe di profondità	58	36. Numero di pozzi costruiti suddivisi per anno di costruzione per gli intervalli di profondità 480-560 m e > 580 m, nel Portogruarese	79
		37. Distribuzione dei pozzi con concentrazione di ammoniaca al di sopra e al di sotto del limite di potabilità (0,5 mg/l)	82
		38. Distribuzione dei pozzi con concentrazione di Ferro al di sopra e al di sotto del limite di potabilità (0,2 mg/l)	84
		39. Pozzi con acqua potabile rispetto ai parametri Ferro ed Ammoniaca	86

## Elenco delle tavole fuori testo

40. Ubicazione dei pozzi appartenenti alla rete di monitoraggio qualitativa	90	1. Ubicazione delle stratigrafie con profondità superiore ai 30 metri e traccia dei profili litostratigrafici Autori: Bruna Basso, Lucia Gobbo e Pietro Zangheri
41. Ubicazione dei pozzi appartenenti alla rete di monitoraggio quantitativa	92	2. Profili litostratigrafici – Portogruarese Autore: Andrea Garbellini
42. Suddivisione dei pozzi per la rappresentazione delle analisi chimiche tramite i diagrammi di Piper e Schoeller	94	3. Profili litostratigrafici – Sandonatese Autore: Vittorio Bisaglia
43. Diagrammi di Piper	96	4. Profili litostratigrafici – Area Centrale Autori: Antonio Dal Prà, Lucia Gobbo e Pietro Zangheri (il profilo C3 è ridisegnato da MOZZI G., BENINI G., CARBOGNIN L., GATTO P., MASUTTI M. (1975) – Situazione idrogeologica nel sottosuolo di Venezia TR 66. CNR-Venezia).
44. Diagramma Calcio-Magnesio (in rosso i dati relativi ai pozzi dell'Area Centrale)	97	5. Profili litostratigrafici – Area Meridionale Autore: Enrico Conchetto
45. Diagrammi di Schoeller	98	6. Carta delle risorse idriche sotterranee Autori: Valentina Bassan, Vittorio Bisaglia, Enrico Conchetto, Antonio Dal Prà, Jacopo De Rossi, Andrea Garbellini, Lucia Gobbo, Andrea Vitturi, Pietro Zangheri
46. Schema del sottosuolo dell'area geotermica (da Bellani et alii) – 1) Dolomie e calcari dolomitici (Trias sup.-Lias); 2) Calcare biogenico di piattaforma (Dogger-Cretaceo sup.); 3) Scarpata e calcare di bacino (Dogger-Cretaceo sup.); 4) Flysh (Paleocene-Eocene); 5) Arenarie arcose (Miocene); 6) Depositi fluviali e marini (Quaternario); a) conduzione dominante; b) convenzione dominante; c) circolazione superficiale	102	
47. Esempi di stratigrafie (località Bevazzana in comune di S. Michele al Tagliamento – la numerazione e l'ubicazione fanno riferimento alla tavola 1 – Portogruarese; il pozzo n. 56 è un pozzo AGIP, mentre il 3523 è un pozzo termale)	103	
48. Distribuzione dei pozzi con temperatura superiore ai 30°C	104	
49. Relazione temperatura dell'acqua-profondità per l'intero Portogruarese	105	
50. Relazione gradiente geotermico-profondità per l'intero Portogruarese	106	
51. Gradiente geotermico misurato ai pozzi (pozzi con profondità > 60m)	107	
52. Isotherme per la classe di profondità > 480 m	108	
53. Isotherme per la classe di profondità 150-315 m	109	
54. Sfruttamento delle falde	111	
55. Utilizzo dell'acqua termale	111	
56. Valori di salinità in funzione della profondità, per i pozzi con gradiente geotermico anomalo (area termale) e normale	112	

Editing cartografico: Lucia Gobbo

INDAGINE IDROGEOLOGICA  
DEL TERRITORIO PROVINCIALE  
DI VENEZIA



# 1. Premessa

L'indagine idrogeologica del territorio provinciale è stata programmata dalla Provincia di Venezia in base sia a precisi dettati normativi (L. 319/76, L. 142/90, L.R. 61/85, L.R. 44/82, D.P.R. 236/88, D.L. 130/89, D.L. 275/93, L. 36/94) sia in quanto facente parte organica di un più ampio progetto mirante ad acquisire un'approfondita conoscenza degli aspetti fisico-ambientali del proprio territorio. L'indagine, iniziata nel 1990 e svolta per successivi stralci territoriali, è stata realizzata in compartecipazione, anche finanziaria, con la maggior parte dei Comuni interessati<sup>1</sup>.

Il lavoro ha verificato la distribuzione delle falde idriche nel sottosuolo, la qualità e la quantità delle acque, gli sfruttamenti in atto e i rischi connessi con sfruttamenti non compatibili delle acque stesse.

Si tratta del primo esempio nel Veneto di un lavoro sistematico su questo tema, che ci si augura venga presto seguito da altre Province o dalla Regione Veneto. Sono inoltre in corso, in collaborazione con altri enti, indagini finalizzate a una prima mappatura del chimismo naturale delle acque sotterranee e a una prima parametrizzazione idrogeologica degli acquiferi (progetto *Rete di monitoraggio*).

In generale l'idrogeologia della provincia è caratterizzata dalla presenza di una modesta falda freatica e di varie falde in pressione (sfruttate fino a profondità di 600-700 m). Gli acquiferi in pressione in prima approssimazione diminuiscono in spessore, granulometria (e quindi potenzialità), qualità delle acque e numero, procedendo da nord verso sud. L'area di alimentazione di queste falde è posta al di fuori del territorio provinciale, verso nord.

Su tali falde, al fine di conoscerne la distribuzione nel sottosuolo, le principali caratteristiche chimiche e lo sfruttamento locale, si sono svolte le seguenti ricerche:

- 1) raccolta e interpretazione dei dati stratigrafici esistenti e ricostruzione della struttura geologica;
- 2) censimento dei pozzi alimentati da falde in pressione, con schedatura, rilevamento e misura di una serie di parametri (proprietario e indirizzo, data di costruzione, uso, profondità, diametro, portata di esercizio,

pressione, temperatura, conducibilità elettrica, contenuto in ferro e ammoniaca);

3) raccolta di analisi chimiche delle acque;

4) informatizzazione ed elaborazione dei dati tramite databases e G.I.S.;

5) progettazione idrogeologica di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee.

Le falde su cui si è concentrata l'attenzione sono esclusivamente quelle in pressione.

La Tavola 6, posta fuori testo, mostra la distribuzione dei pozzi censiti.

Nel complesso sono stati censiti oltre 3000 pozzi di profondità superiore ai 10 metri, sulla maggior parte dei quali si è misurata una serie di parametri idrogeologici e idrochimici (pressione, temperatura, conducibilità elettrica, contenuto in Ferro e Ammoniaca). Tutti i dati risultano informatizzati e collegati a una cartografia che verrà aggiornata nel tempo dalla Provincia.

Le risorse idriche sotterranee risultano distribuite in modo non uniforme sia per quantità che per qualità. Le aree a maggiore presenza di risorsa sono risultate l'Alto Miranese (comuni di Scorzè, Noale e parte settentrionale dei comuni di Salzano e Martellago) e l'alto Portogruarese. In queste aree si ha anche la massima presenza di pozzi; notevole presenza di pozzi risulta anche nel comune di Cavallino-Treporti, dove le acque del primo acquifero confinato (81-124 m) vengono utilizzate per l'irrigazione delle colture orticole. È da evidenziare inoltre la presenza di acque sotterranee termali (con temperature massime di circa 50 °C) nell'area costiera ai confini con la regione Friuli Venezia Giulia.

Ricche risultano le risorse idriche sotterranee in varie parti del territorio, tanto che l'economia di vaste aree si è sviluppata proprio grazie alla presenza di questa risorsa. A titolo di esempio si possono citare le colture orticole dell'area di Scorzè e del litorale del Cavallino e la fiorente attività di estrazione di acque per imbottigliamento nell'area di Scorzè.

Va notato come i pozzi per i quali si dispone della stratigrafia siano in numero estremamente limitato. Ciò ha comportato una notevole difficoltà nel ricostruire la struttura idrogeologica del sottosuolo, nonostante il numero elevatissimo di pozzi esistenti faccia

<sup>1</sup> L'elenco dei Comuni (42 su 44) che hanno compartecipato all'indagine figura a p. 3.

presumere una buona facilità nelle ricostruzioni idrogeologiche.

La ricostruzione dell'andamento degli acquiferi si è quindi necessariamente appoggiata, oltre che sulle poche stratigrafie esistenti, sulle caratteristiche idrochimiche e idrauliche misurate sperimentalmente su un numero notevolissimo di pozzi (oltre 2000).

Si ricorda che la Legge 464/84 prevede l'obbligo dell'invio al Servizio Geologico Nazionale della stratigrafia di qualsiasi perforazione eseguita a profondità superiore ai 30 metri; questa norma viene largamente disattesa.

In tutti i comuni, eccezion fatta per Scorzè e Gruaro, i prelievi sono effettuati esclusivamente da pozzi non acquedottistici.

Nel comune di Scorzè esistono i pozzi del Consorzio Acquedotto del Mirese che alimentano, con una portata media di 857 l/s, 17 comuni e, a breve distanza dal «campo-pozzi» di questo acquedotto, si ubicano i pozzi di uno stabilimento di acque minerali che prelevano acque per l'imbottigliamento. Queste presenze indicano come le acque di alcune parti della provincia siano abbondanti e pregiate e quindi come sia importante conoscerle approfonditamente per gestirle razionalmente.

È bene sottolineare come i dati raccolti evidenziano e quantificano alcuni problemi preoccupanti che vedranno impegnata l'Amministrazione Provinciale nel futuro.

Tra questi si segnalano in particolare la diffusione di pozzi abusivi e/o malcostruiti, l'eccessivo prelievo e lo spreco diffuso di questa preziosa e non inesauribile risorsa. Riguardo il secondo aspetto va notato che, nelle vaste aree dove i pozzi sono a erogazione spontanea (complessivamente oltre la metà di quelli censiti), esiste un diffuso spreco di risorsa (che si avvicina circa a 1 m<sup>3</sup>/s, corrispondente a una portata che potrebbe soddisfare i fabbisogni di un acquedotto che alimenti 300.000 persone) di acque potabili di ottima qualità, a causa della «tradizione» di lasciare a erogazione continua i pozzi artesiani. Il fenomeno appare oltremodo preoccupante poiché in aree a monte, in particolare in provincia di Treviso, il fenomeno assume proporzioni molto più rilevanti.

Si tratta di uno spreco assurdo di quelle acque sotterranee che «ancorché non estratte dal sottosuolo, sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata e utilizzata secondo criteri di solidarietà» (art. 1; Legge 36/94, detta «Legge Galli»).

Nel Miranese, anche a causa di questo spreco, la pressione delle falde sta registrando, secondo dati oggettivi e testimonianze degli abitanti, una progressiva e sensibile diminuzione, tanto da privare in diverse zone le falde meno profonde della originaria sponta-

neità di erogazione. Le falde oltre i 200 m se continuerà l'attuale andamento, che vede un sempre maggiore sfruttamento delle falde più profonde, vedranno presto diminuire anch'esse la loro pressione.

Se da un lato non è accettabile né lo spreco di acque sotterranee, diffuso in molte aree della pianura veneta, né l'abusivismo diffuso nella costruzione dei pozzi, va anche notato che le difficoltà e le lungaggini burocratiche per ottenere le necessarie autorizzazioni per la terebrazione dei pozzi concorrono a favorire il diffondersi dell'abusivismo stesso.

È quindi necessario intervenire sia per contrastare lo spreco della risorsa\*, sia per migliorare la normativa che dovrà privilegiare gli aspetti della corretta progettazione idrogeologica dei pozzi e del razionale uso delle risorse, piuttosto che gli aspetti puramente burocratici.

Un altro elemento di particolare attenzione messo in luce dalla «indagine idrogeologica» è il rischio di subsidenza (abbassamento del suolo) indotta dalla depressurizzazione degli acquiferi, che si manifesta in alcune aree della provincia (in particolare costiere). Questo fenomeno può comportare importanti ripercussioni sull'ambiente e sull'economia delle aree di bonifica.

Si conclude infine notando che svariate sono le ricadute di interesse pratico (oltreché scientifico) delle indagini in atto che vanno dalla verifica di eventuali sovrasfruttamenti della falda alla ubicazione ottimale degli attingimenti idrici e dalla verifica della presenza ed evoluzione di eventuali fenomeni di inquinamento alla progettazione delle reti di monitoraggio delle acque sotterranee.

\* In proposito merita segnalare che, nella fase dell'ultima correzione delle bozze di stampa della presente Indagine idrogeologica, la Regione del Veneto ha promulgato la Legge Regionale 13 aprile 2001, n° 11 «Conferimento di funzioni e compiti amministrativi alle autonomie locali in attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112». Al capo IV (Risorse idriche e difesa del suolo), art. 86, è indicato quanto segue: «La Giunta regionale al fine di preservare dagli sprechi le acque pubbliche, effettua il monitoraggio degli usi delle stesse, compreso il censimento delle fontane a getto continuo, promuovendo a tal fine in collaborazione con le autorità di bacino interessate l'organizzazione dei dati acquisiti e la corretta conoscenza delle disponibilità e degli usi in atto delle risorse nonché delle caratteristiche qualitative delle falde e delle acque superficiali». Anche se il testo legislativo adottato non è ottimale (basti pensare al termine adottato «fontane a getto continuo»), si ritiene tuttavia che questa normativa possa consentire che anche nel resto del Veneto vengano realizzate indagini quale quella qui presentata e, soprattutto, che le conoscenze acquisite inducano il legislatore regionale a promulgare una consapevole normativa atta a tutelare efficacemente la risorsa «acque sotterranee».

## 2. Introduzione

L'Amministrazione della Provincia di Venezia si sta interessando da molti anni a una georisorsa la cui gestione corretta risulta ogni giorno più importante: l'acqua sotterranea. A tale fine sono stati svolti e sono tuttora in corso indagini idrogeologiche riguardanti le falde idriche profonde; per quanto concerne, invece, la falda freatica, finora è stata pubblicata solo un'indagine relativa alla zona vini DOC di Lison Pramaggiore nel Portogruarese, mentre quella concernente la vulnerabilità del primo acquifero («falda freatica») è in corso nell'ambito della redazione della *Carta dell'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami zootecnici* (D.G.R.V. 615/96).

Lo studio è stato svolto in compartecipazione e con il parziale finanziamento della quasi totalità dei 44 comuni interessati<sup>1</sup>.

Esso è stato realizzato per stralci territoriali successivi (Noale, Scorzè, altri comuni del Miranese, Riviera del Brenta, Mira, Veneziano, Sandonatese, Portogruarese, Area Meridionale, vedi Figura 2).

I risultati dello studio di dettaglio sulle varie aree via via indagate sono riportate nelle monografie (non pubblicate) realizzate per ciascuno stralcio territoriale, consultabili presso la Provincia di Venezia, Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio, Ufficio Difesa del Suolo (si vedano i riferimenti bibliografici alla fine del testo).

### 2.1. MOTIVAZIONI DELLO STUDIO

L'indagine idrogeologica del territorio provinciale è stata programmata in base sia a precisi dettati normativi, sia in quanto facente parte organica di un più ampio progetto mirante ad acquisire un'approfondita conoscenza delle problematiche fisico-ambientali del territorio (Figura 1).

### 2.2. MOTIVAZIONI DI CARATTERE NORMATIVO

Relativamente al primo aspetto, la legge 319/76 (Legge «Merli»<sup>2</sup>) indica che alle Province compete «il

controllo dell'applicazione dei criteri generali per un corretto e razionale uso dell'acqua»: ciò presuppone tra l'altro la preventiva conoscenza dettagliata delle risorse idriche sotterranee e del loro sfruttamento.

Tale elemento trova successiva conferma nella legge 142/90 (*Ordinamento delle autonomie locali*) che all'art. 14 afferma: «spettano alla Provincia le funzioni amministrative di interesse provinciale che riguardano vaste zone intercomunali o l'intero territorio provinciale nei seguenti settori [...] b) tutela e valorizzazione delle risorse idriche»; inoltre il *Piano Territoriale Provinciale* (PTP) di coordinamento (previsto, nella Regione Veneto, anche dalla L.R. 61/85) prescrive, tra l'altro, che vengano indicate le «diverse destinazioni del territorio in relazione alla prevalente vocazione delle sue parti» e le zone e beni «di interesse provinciale da destinare a particolare disciplina ai fini [...] della tutela delle risorse naturali».

Anche la L.R. 44/82 (*Nuove norme per l'attività di cava*) prevede, tra l'altro, ricerche idrogeologiche per delimitare le aree favorevolmente indiziate per la presenza di giacimenti suscettibili di coltivazione per i materiali, come l'argilla, la cui estrazione comporta un elevato grado di utilizzazione del territorio.

Nel quadro poi della collaborazione con i Comuni, specie nei settori in cui i fenomeni si esplicano (e quindi si rilevano meglio) a scala intercomunale, vi sono alcune leggi che presuppongono tali studi; si tratta in particolare del DPR 236/88 (*Attuazione della direttiva CEE 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano*).

Con il D.L. 275/93 (*Riordino in materie di acque pubbliche*) sono state emanate modifiche e integrazioni al R.D. 1775/33; in particolare all'art. 8 vengono date specifiche indicazioni in tema di monitoraggio delle acque pubbliche e prescrizioni per l'installazione di dispositivi idonei per la misurazione delle portate e dei volumi delle acque pubbliche in corrispondenza dei punti di prelievo. All'art. 10 invece viene prescritto, mediante autodenunce, un censimento, a livello nazionale, di tutti i pozzi esistenti; lo stesso articolo prevede inoltre la chiusura di pozzi qualora «ricorrono attuali o prevedibili situazioni di subsidenza, ovvero di inquinamento o pregiudizio al regime delle acque pubbliche».

<sup>1</sup> L'elenco dei Comuni (42 su 44) che hanno partecipato all'indagine figura a p. 3.

<sup>2</sup> Si ricorda che recentemente tale Legge è stata abrogata dal D.L. 152/99.

# *Indagine idrogeologica del territorio provinciale*

## **Motivazioni normative**

- ◆ L. 142/90
- ◆ L. 319/76
- ◆ L.R. 44/82;
- D.P.R. 236/88;
- D.L. 275/93;
- R.D. 1775/33;
- L. 36/94;
- L.R. 33/85

## **Motivazioni ambientali e territoriali**

- ◆ sovrasfruttamento  
degli acquiferi
- ◆ corretta gestione  
delle risorse
- ◆ inquinamenti  
di tipo diffuso
- ◆ inquinamento  
di tipo puntuale

Figura 2. Sintesi delle motivazioni della «Indagine idrogeologica»

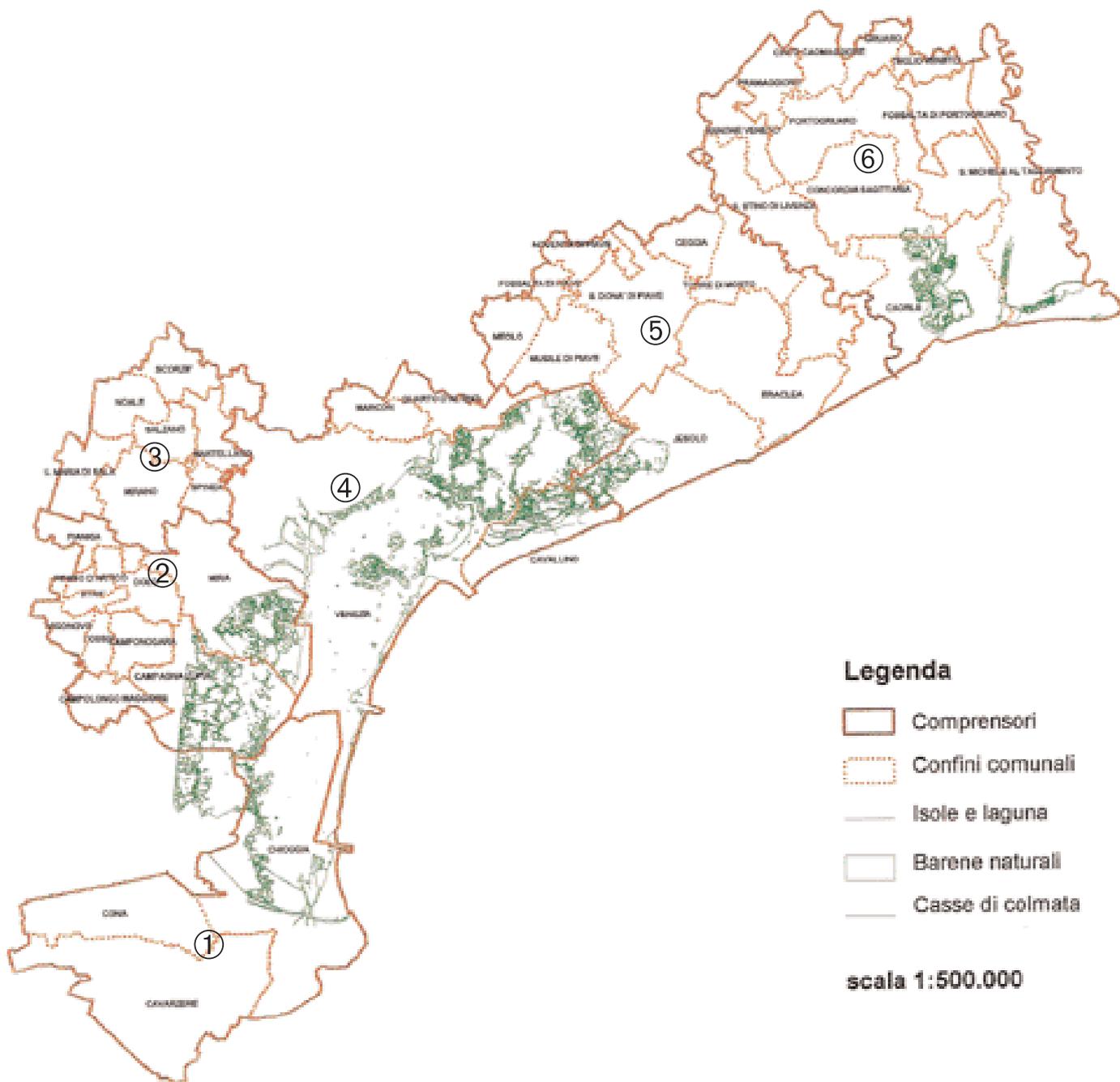


Figura 1. Inquadramento dell'area indagata e stralci territoriali in cui è stata suddivisa l'indagine idrogeologica del territorio provinciale

1. Area meridionale (1998); 2. Riviera del Brenta (1996; suddivisa in due substralci: comune di Mira e rimanenti comuni); 3. Miranese (suddivisa in tre substralci: Noale, 1992; Scorzè, 1993; rimanenti comuni, 1994); 4. Veneziano (1998); 5. Sandonatense (1999); 6. Portogruarese (1998).

La legge 36/94 (*Disposizioni in materia di risorse idriche*) indica che «tutte le acque superficiali e sotterranee, ancorché non estratte dal sottosuolo, sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata e utilizzata secondo criteri di solidarietà». Per quanto concerne la Provincia ad essa compete, assieme ai Comuni, organizzare e gestire il servizio idrico integrato.

Nel campo specifico delle acque termali, che interessano una parte considerevole del territorio indagato, l'indagine svolta coinvolge importanti temi sia gestionali che normativi. A livello nazionale va ricordata la Legge 9 dicembre 1986, n. 896, *Disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche*. Per quanto riguarda la normativa regionale, la ricerca, la coltivazione e l'utilizzo delle acque minerali e termali sono regolate dalla Legge Regionale 10 ottobre 1989, n. 40. Questa normativa (art. 1) è finalizzata alla tutela e valorizzazione di questa risorsa nel preminente interesse generale. Le finalità di tale Legge (art. 1) «sono perseguite attraverso il *Piano regionale delle acque minerali e termali*, al quale devono adeguarsi i singoli piani di utilizzazione delle acque minerali e termali, relative ad aree idrominerarie omogenee». Il contenuto di tali piani (art. 2) coincide con molti dei dati raccolti da questo studio per cui esso potrà servire da base per la redazione dei piani stessi.

A livello di Comunità Economica Europea, va ricordato che la *Delibera del Consiglio* n. C138153, del 17 maggio 1993, segnala, come prime azioni per raggiungere l'uso sostenibile delle risorse di acqua dolce (la richiesta d'acqua deve essere pari alle disponibilità), la raccolta e l'aggiornamento dei dati sulle acque sotterranee e le misure di sorveglianza e controllo delle stesse.

Allo stesso modo il *Regolamento CEE* N 1210/90, del 7 maggio 1990, e le leggi che istituiscono rispettivamente l'Agenzia Europea e Nazionale dell'Ambiente precisano che si devono fornire i dati necessari per l'attuazione di interventi, con priorità tra l'altro alla «qualità dell'acqua, inquinanti e risorse idriche» (cfr. Beretta, 1995).

Si vuole infine notare come il recente D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*, uscito dopo la conclusione della *Indagine idrogeologica*, abbia introdotto importanti novità relativamente al vasto campo delle risorse idriche.

Si sottolinea che molti aspetti previsti da questo testo

di legge ben si allineano con i criteri utilizzati per svolgere la indagine idrogeologica stessa. Più in dettaglio gli elementi previsti come preventivamente necessari alla attività di monitoraggio delle acque sotterranee dall'*Allegato 1* del D.Lgs. 152/99<sup>3</sup> risultano ricompresi anche nello schema logico utilizzato nella indagine idrogeologica. Analogamente si può notare come rientri nella indagine idrogeologica quanto previsto dall'allegato 3 del D.Lgs. 152/99, relativamente al rilevamento delle caratteristiche dei bacini idrografici e alla analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica. Non ci si sofferma su quanto previsto da un punto di vista gestionale dal D.Lgs. 152/99, in particolare al Capo II (*Tutela quantitativa e risparmio idrico*), in rapporto all'indagine idrogeologica, perché tale aspetto verrà discusso più avanti.

### 2.3. MOTIVAZIONI DI CARATTERE AMBIENTALE E TERRITORIALE

Per una puntuale attuazione delle norme sopracitate la Provincia ha intrapreso i necessari studi idrogeologici di base e applicati. A ciò si sono aggiunte motivazioni derivanti dalle peculiari caratteristiche ambientali e antropiche della pianura veneta e del territorio provinciale, e in particolare:

- 1) si assiste da diversi anni a un progressivo abbassamento della pressione delle falde artesiane presenti nelle aree più settentrionali del territorio provinciale; tali falde garantiscono l'approvvigionamento a uso potabile di centinaia di migliaia di persone e vengono ampiamente impiegate a scopo irriguo, industriale e anche per scopi pregiati (imbottigliamento);
- 2) la disponibilità di acque sotterranee in vaste aree della provincia è il presupposto dell'esistenza stessa di importanti attività economico-produttive in diver-

<sup>3</sup> Ovvero «l'individuazione e la parametrizzazione dei principali acquiferi, la definizione delle modalità di alimentazione-deflusso-recapito, l'identificazione dei rapporti tra acque superficiali e acque sotterranee, l'individuazione dei punti d'acqua (pozzi e emergenze), la determinazione delle caratteristiche idrochimiche, la identificazione delle caratteristiche di utilizzo delle acque».

<sup>4</sup> Solo a titolo di esempio (in quanto questo aspetto verrà dettagliatamente analizzato al capitolo 4) si possono ricordare: – il vasto utilizzo a scopi agricoli per colture altamente specializzate quali il radicchio rosso a Scorzè, che non potrebbe essere prodotto senza l'utilizzo di acque di falda di qualità e temperatura adeguate, o le colture orticole del Cavallino che vengono irrigate con le acque prelevate dalla falda confinata esistente tra gli 81 e i 124 metri; – l'utilizzo notevole delle acque sotterranee, in particolare nel Miranese, per svariati scopi industriali; – gli elevati prelievi (migliaia di l/s) che vengono effettuati a scopi potabili da acquedotti e pozzi privati; – il prelievo localizzato in comune di Scorzè di acque per imbottigliamento; – l'utilizzo a scopo terapeutico di acque termali (con valori di temperatura massima alla bocca pozzo di 50 °C) nell'area costiera ai confini con il Friuli Venezia Giulia.

si campi<sup>4</sup>; l'esistenza di tanti e svariati usi se da una parte rappresenta la base dello sviluppo economico di vaste aree, dall'altra porta a situazioni conflittuali sull'uso della risorsa che necessita quindi di una oculata gestione;

3) nell'alta pianura veneta (area di ricarica degli acquiferi localizzati in provincia di Venezia) sono presenti numerosi, importanti e persistenti inquinamenti da fonte puntuale, in particolare da solventi organo-alogenati (trielina, percloroetilene...) e un inquinamento di tipo diffuso, in particolare da nitrati, con una preoccupante tendenza alla crescita; questi inquinamenti hanno già pregiudicato l'utilizzo potabile di falde in diverse zone del Veneto; le falde della provincia di Venezia non sono mai state interessate da questi problemi, ma, essendo poste a valle, il fenomeno va seguito con attenzione;

4) il modello di sviluppo veneto, basato su gran numero di imprese di ridotte dimensioni, comporta la presenza di un grandissimo numero di potenziali fonti di inquinamento; nell'area di ricarica posta a monte delle falde veneziane, ove la vulnerabilità naturale degli acquiferi è spesso elevata od elevatissima, si ha quindi un elevato rischio di inquinamento della falda che può privare vaste aree (in particolare quelle non servite da pubblici acquedotti) della disponibilità di acqua potabile.

Alla fine degli anni ottanta, quando i prelievi erano già molto elevati e le conoscenze sull'idrogeologia della provincia di Venezia erano limitate all'area lagunare e a qualche settore di particolare interesse (punti di captazione acquedottistica), si è messa in evidenza la necessità di operare una sistematica indagine idrogeologica sull'intero territorio provinciale.

Per i motivi ora esposti, la Provincia ha dato incarico, nel 1989, al prof. Antonio Dal Prà dell'Università di Padova di predisporre un *Programma operativo di indagini idrogeologiche* di tutto il territorio provinciale, da realizzarsi per stralci territoriali.

Tale *Programma*, presentato il 31 maggio 1989, è stato fatto proprio dall'Amministrazione che, con successivi provvedimenti, ha conferito l'incarico di eseguire il lavoro a un gruppo di geologi. Il coordinamento tecnico e amministrativo è stato affidato al Dott. Geol. Andrea Vitturi (Provincia di Venezia) mentre quello scientifico è stato affidato al Prof. Antonio Dal Prà; allo studio ha inoltre attivamente collaborato la signora Ornella Riccato della Provincia, che ha seguito attentamente per molti anni il problema degli approvvigionamenti idrici autonomi (L. 319/76 e successive modifiche e integrazioni)<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> I nominativi dei componenti l'intero gruppo di lavoro sono riportati all'inizio del testo.

Nel concreto della situazione della Provincia, il lavoro svolto risponde alle esigenze di numerosi settori dell'Amministrazione. Oltre alle evidenti e numerose applicazioni riguardanti il campo ambientale e la Pianificazione Territoriale (con il PTP in particolare<sup>6</sup>), importanti ricadute si hanno per il settore dell'Agricoltura (per quanto concerne l'irrigazione con acque sotterranee), la Protezione civile (per la conoscenza dei processi che sovrintendono le modalità d'inquinamento di falde utilizzate a scopo potabile) e il Turismo (per quanto concerne la presenza di acque termali, potenzialmente utilizzabili anche a scopi terapeutici, esistenti nel comune di San Michele al Tagliamento e in quelli limitrofi).

Lo studio, inoltre, è di sicuro interesse per le Amministrazioni Comunali. Proprio per questo motivo la maggior parte dei Comuni della provincia hanno partecipato alla realizzazione dell'indagine.

Lo studio è inoltre di interesse anche per la Regione Veneto (che potrebbe promuovere uno studio analogo, seppure di minor dettaglio, per il restante territorio regionale), e per i privati cittadini (a scopi sia pratici che di cultura), per l'ARPAV che ha precisi compiti di monitoraggio idrogeologico, per gli enti acquedottistici per i quali l'integrazione tra le conoscenze locali sull'idrogeologia delle loro zone di attingimento e le conoscenze di «carattere regionale» rappresenta il punto di partenza per garantire la distribuzione di acqua potabile. Lo studio è infine di sicuro interesse per enti, quali il Genio Civile, che hanno il compito di autorizzare le piccole derivazioni di acqua sotterranea<sup>7</sup> e che dovrebbero basare le autorizzazioni sulla conoscenza precisa delle quantità prelevabili dal sottosuolo (bilancio idrogeologico).

Si rileva, infine, che l'indagine idrogeologica è strettamente coordinata con altri studi già realizzati o in corso sul medesimo territorio, tutti finalizzati a acquisire le conoscenze di carattere fisico-ambientale necessarie a programmare a ragion veduta gli interventi che la Provincia, a vario titolo, è tenuta a compiere. Tra quelli pubblicati si ricordano<sup>8</sup>:

– *Studio geopedologico e agronomico del territorio provinciale, parte Nord-Orientale* (1985)

– *Carta geolitologica del territorio provinciale alla scala 1:50.000* (1987)

<sup>6</sup> Va osservato che i dati che qui si presentano sono già in parte confluiti in alcune cartografie (e nelle relative norme di attuazione) redatte per il *Piano Territoriale Provinciale*, in particolare nelle seguenti *Tavole dello Stato di Fatto*: Tavola 1. *Caratteri della struttura territoriale (scala 1:25.000)*; Tavola 2. *Sistema Ambientale (scala 1:50.000)*.

<sup>7</sup> Le grandi derivazioni, ovvero quello con portata superiore a 1 modulo (pari a 100 l/s), sono invece di competenza del Magistrato alle Acque.

<sup>8</sup> Tutte le pubblicazioni sono esaurite.

- *Carta nutrizionale e tematico-vocazionale della zona a DOC di Lison Pramaggiore* (1988)
- *Carta del paesaggio agrario (tipi prevalenti) del territorio provinciale alla scala 1:100.000* (1990)
- *Studio agronomico del territorio provinciale, parte meridionale* (1990)
- *Piano Territoriale Provinciale (Progetto preliminare), Sistema Ambientale, Assetto idrogeologico e agronomico del territorio provinciale* (1992)
- *Studio del rischio idraulico del territorio provinciale* (1992)
- *Piano Territoriale Provinciale (Progetto preliminare), Sistema Ambientale, L'assetto idraulico* (1993)
- *Studio geologico preliminare al Piano provinciale per le attività di cava* (1994)
- *Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale, parte meridionale* (1994)
- *Pianificazione dell'attività di cava. Atti del Convegno* (1995)
- *Una provincia a rischio (atti del convegno di protezione civile)* (1998)
- *Programma provinciale di previsione e prevenzione in materia di protezione civile* (1999).

Si fa notare che questi studi hanno permesso all'amministrazione provinciale di progettare e via via incrementare una serie di banche dati informatizzate tramite GIS. Tra le banche dati esistenti si ricordano in particolare quelle direttamente legate alla presente indagine, ovvero quella del censimento pozzi contenente oltre tremila schede e quella relativa alla rete di monitoraggio delle acque sotterranee. Si ricorda inoltre l'*Archivio informatizzato delle prove geognostiche* che al dicembre 2000 dispone di ben 3280 prove.

#### 2.4. APPLICAZIONI E LIMITI

##### DELL'«INDAGINE IDROGEOLOGICA»

L'indagine idrogeologica del territorio provinciale è stata svolta per rispondere ai compiti istituzionali che la normativa vigente assegna alle Province in materia di acque sotterranee.

Si vogliono però brevemente ricordare alcune delle svariate ricadute di interesse pratico (oltretutto scientifico) delle indagini svolte. Tra le tante applicazioni si cita l'utilità di queste conoscenze come base-dati necessaria a:

- verifica di eventuali sovrasfruttamenti della falda, al fine di una più oculata gestione della stessa;
- ubicazione ottimale delle fonti di attingimento idrico;
- pianificazione degli attingimenti idrici da fonti sotterranee a uso potabile, agricolo e industriale;
- corretta costruzione e utilizzazione di pozzi a uso

acquedottistico;

- verifica della presenza e evoluzione di eventuali fenomeni di inquinamento di tipo diffuso;
- progettazione delle reti di monitoraggio delle acque sotterranee sia quantitative (piezometria) che qualitative (chimismo);
- progettazione (con opportuni studi integrativi) delle fasce di rispetto delle opere di captazione;
- studio, in chiave previsionale, di eventuali fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee da sorgenti puntuali;
- progettazione (con opportuni studi integrativi) degli interventi di bonifica e/o approvvigionamento alternativo in caso di inquinamenti da fonti puntuali e/o di emergenze idriche.

Vanno notati anche alcuni limiti insiti in questa indagine.

Va innanzitutto ricordato che lo studio non analizza la falda freatica<sup>9</sup>.

Il lavoro svolto a tutt'oggi rappresenta una indispensabile fase conoscitiva generale, costata un notevole sforzo (si pensi semplicemente al fatto che, in vaste aree, i pozzi esistenti sono stati censiti uno a uno e che per ciascun pozzo sono stati raccolti o misurati vari parametri). Tale lavoro partiva però da dati preesistenti molto limitati per cui la parte relativa alla parametrizzazione idrogeologica tramite l'esecuzione di prove idrogeologiche in pozzo è rimasta limitata.

Attualmente sono in corso alcuni approfondimenti in alcune parti della provincia di particolare interesse: Porto Marghera e il Portogruarese. In quest'ultima area il lavoro viene svolto grazie alla collaborazione con il Consorzio di Bonifica Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento e porterà ad una valutazione dei parametri idrogeologici degli acquiferi e a un primo bilancio idrogeologico. Relativamente all'area di Porto Marghera è prevista la raccolta, la georeferenziazione e l'elaborazione dei numerosi dati geologici, idrogeologici ed idrochimici che sono stati raccolti in relazione ai diversi progetti di bonifica e messa in sicurezza esistenti, con l'obiettivo di giungere alla realizzazione di un quadro geologico di riferimento complessivo che attualmente a Porto Marghera è assolutamente carente.

Va qui citata anche l'area del Cavallino che è già stata oggetto di approfondimenti specifici, dopo la conclusione dell'indagine idrogeologica, in particolare in relazione al problema della subsidenza. Tali dati, raccolti dal CNR di Venezia su incarico della Regione Veneto, sono stati pubblicati in sintesi da Dazzi *et alii* (1999).

<sup>9</sup> Si ricorda che alcune informazioni sulla falda freatica sono disponibili grazie ai monitoraggi che vengono effettuati da diverse decine di anni dal Magistrato alle Acque (ora, dall'Ufficio Idrografico) su un numero limitato di pozzi freatici (le misure, effettuate ogni tre giorni, sono riportate negli *Annali Idrologici*).

Ciò risulta un limite non solo per l'area indagata ma più generale per gli acquiferi italiani. A tale lacuna il recente D.Lgs. 152/99 cerca di porre rimedio.

Infatti, sebbene la maggior parte dell'approvvigionamento idropotabile abbia come fonte le falde sotterranee, le conoscenze sistematiche sono orientate quasi esclusivamente al controllo dei requisiti di qualità dell'acqua distribuita per il consumo umano.

Inoltre, quasi sempre mancano misure sperimentali di quei parametri (velocità di deflusso, porosità efficace, permeabilità, trasmissività, coefficiente di immagazzinamento) che permettono di valutare gli effetti degli attingimenti sugli acquiferi, di prevedere l'evoluzione di inquinamenti di acque sotterranee, di progettare interventi di bonifica su acquiferi inquinati, di tarare i bilanci idrogeologici...

Ci si augura quindi che lavori analoghi a quello svolto dalla provincia di Venezia vengano realizzati sull'intero territorio nazionale (come d'altronde previsto dal recente D.Lgs. 152/99).



### 3. Piano lavori

La Figura 3 illustra le fasi di svolgimento del lavoro sull'intera provincia di Venezia.

L'indagine idrogeologica è iniziata col Miranese per il fatto che in tale territorio le acque sotterranee presentano complessivamente maggior pregio in qualità e quantità e di conseguenza un più intenso utilizzo (comprendente anche quello pubblico acquedottistico, privato potabile e privato minerale) ed è quindi proseguita con le altre aree provinciali.

L'indagine si è concentrata sulle falde in pressione; infatti, come esposto più in dettaglio nel seguito, la situazione idrogeologica dell'area indagata è caratterizzata da una serie di falde sovrapposte in pressione. Ovvero, nel sottosuolo si alternano, per alcune centinaia di metri, livelli di sedimenti fini (argille e limi, impermeabili o poco permeabili all'acqua) e di sedimenti grossolani (sabbie e ghiaie, permeabili all'acqua). Sono quest'ultimi che contengono le acque sotterranee la cui provenienza va ricercata in territori posti al di fuori della provincia di Venezia.

Al fine di conoscere la distribuzione nel sottosuolo, le principali caratteristiche e lo sfruttamento locale delle falde si sono svolte le seguenti ricerche:

- 1) raccolta ed interpretazione dei dati stratigrafici esistenti e ricostruzione della struttura geologica;
- 2) censimento dei pozzi artesiani esistenti, con schedatura, rilevamento e misura dei seguenti parametri:
  - a) proprietario ed indirizzo
  - b) data di costruzione
  - c) uso
  - d) profondità
  - e) diametro
  - f) portata di esercizio
  - g) pressione
  - h) temperatura
  - i) conducibilità elettrica
  - l) contenuto in ferro e ammoniaca
- 3) raccolta di analisi chimiche esistenti delle acque;
- 4) informatizzazione ed elaborazione dei dati tramite databases e G.I.S.;
- 5) progettazione idrogeologica di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee.

I dati sono stati archiviati in un unico database, appositamente realizzato, e quindi elaborati statisticamente tramite l'uso di fogli elettronici e databases; tutti i

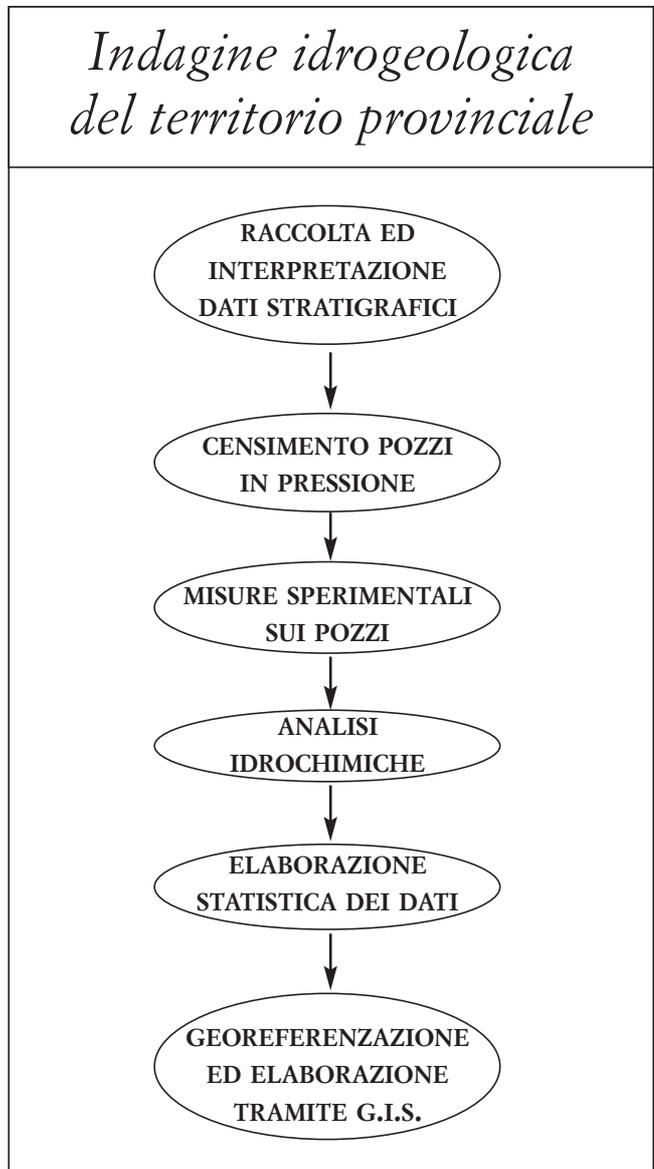


Figura 3. Schema logico della «Indagine idrogeologica»

dati sono stati georeferenziati tramite l'utilizzo di un G.I.S. (software utilizzato: APIC-DOS per WINDOWS) secondo le modalità più ampiamente esposte nei paragrafi successivi.

Le falde su cui si è concentrata l'attenzione sono esclusivamente quelle in pressione; il motivo di tale scelta è legato al fatto che la falda freatica, in gran parte della provincia, non riveste alcuna importanza

per l'uso idropotabile; è scarsa l'importanza anche per altri usi, seppure in alcune aree (in particolare nel Sandonatese) le acque freatiche hanno qualità e quantità adatte per molti usi agricoli.

Va però ricordato che la conoscenza delle caratteristiche idrogeologiche della falda freatica riveste grande importanza rispetto a varie problematiche urbanistiche, geologico-tecniche ed agronomiche. A titolo di esempio, risulta importante in molti problemi agronomici (bonifica ed irrigazione, spargimento di fanghi e liquami sul suolo agricolo, ottimizzazione delle pratiche di concimazione, trasporto di nutrienti nel bacino lagunare, scelta dei tipi colturali...) nonchè in molti problemi urbanistico-territoriali («penalità ai fini edificatori»<sup>1</sup>, progettazione di cave e discariche, rischio geologico-idraulico...). Proprio per questo motivo, vari lavori eseguiti dalla Provincia di Venezia hanno posto particolare attenzione alla conoscenza della falda freatica<sup>2</sup>. Va però osservato che lo studio della falda freatica, oltre ad essere complesso in aree di bassa pianura, pressupone la raccolta di dati e l'utilizzo di metodologie diverse da quelle qui utilizzate. Si è quindi deciso di rinviare a successivi progetti lo studio della falda freatica.

<sup>1</sup> L.R. 61/85; L.R. 24/85; D.G.R. 2705 del 24 maggio 1983, D.G.R. 5833 del 4 novembre 1986; D.G.R. 615 del 21 febbraio 1996.

<sup>2</sup> Si confronti ad esempio:

– Amministrazione della Provincia di Venezia (1988), *Carta della profondità della falda freatica dal piano campagna in fase di piena (misure del 21-30.03.87) e relative isofreatiche, con indicazione delle principali direzioni del deflusso freatico*, in *Carta nutrizionale e tematico-vocazionale della zona a DOC di Lison-Pramaggiore*.

– Provincia di Venezia (1996), *Progetto agricoltura ambientale. Bacino Civrana. Prima fase: analisi ambientale*. Inedito.

– Provincia di Venezia (in corso di realizzazione), *Carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento* (D.G.R.V. n. 615 del 21.02.96).

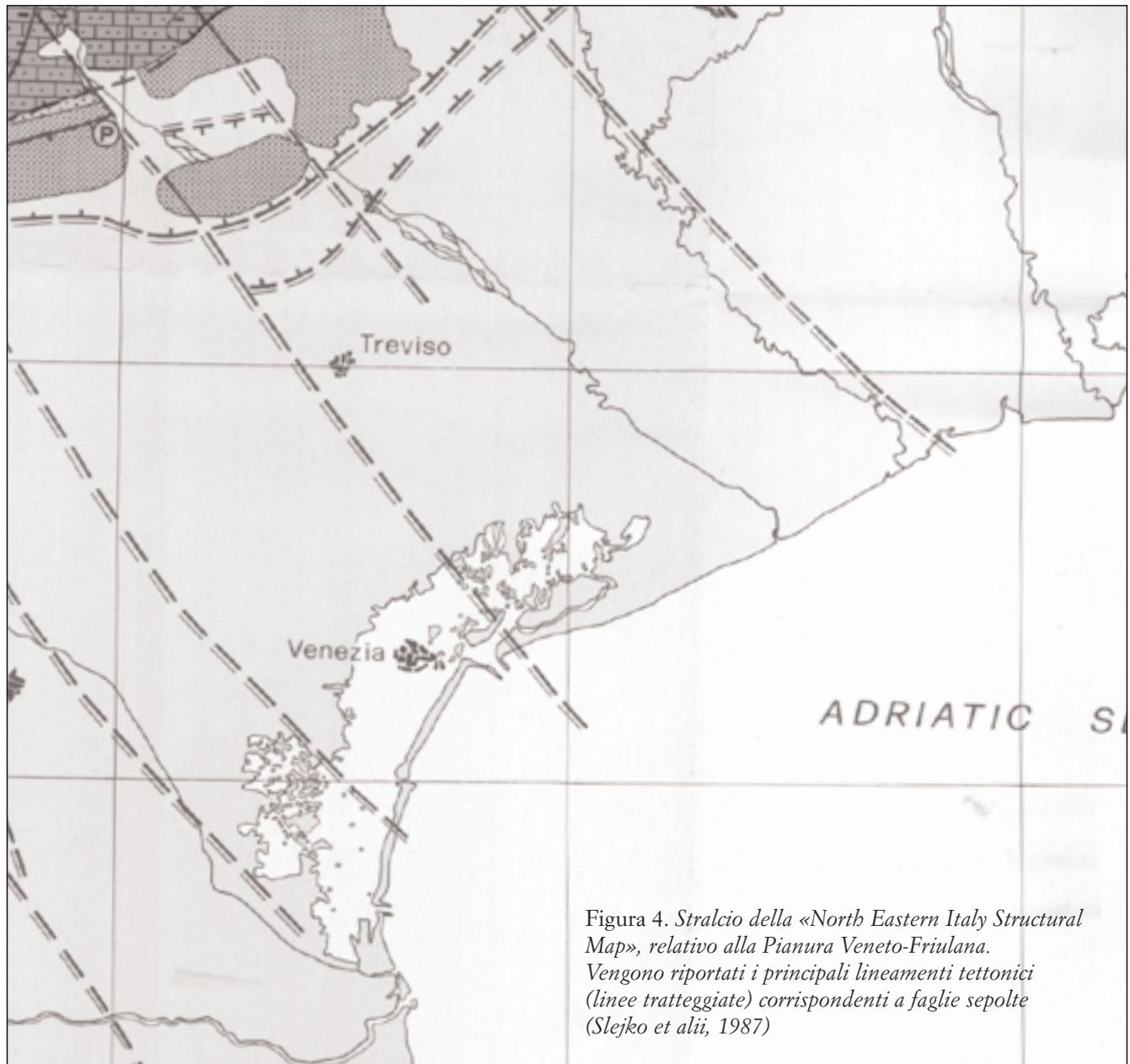
## 4. Caratteristiche idrogeologiche del territorio

### 4.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Rimandando alla bibliografia per approfondimenti, qui si accenna alle caratteristiche geologico-strutturali della provincia di Venezia e, più in generale, della Pianura Veneto-Friulana.

In Figura 4 si riporta lo schema strutturale della Pianura Veneto-Friulana (da Slejko *et alii*, 1987).

Si osservi come il substrato roccioso prequaternario del territorio indagato sia interessato da importanti lineazioni tettoniche. Esse influenzano la distribuzione dei materiali acquiferi e degli acquicludi. Si noti a titolo di esempio la lineazione che corre pressoché in coincidenza con il Fiume Livenza che rappresenta una importante linea tettonica sepolta. In corrispondenza di questa linea si ha un evidente cambio nelle



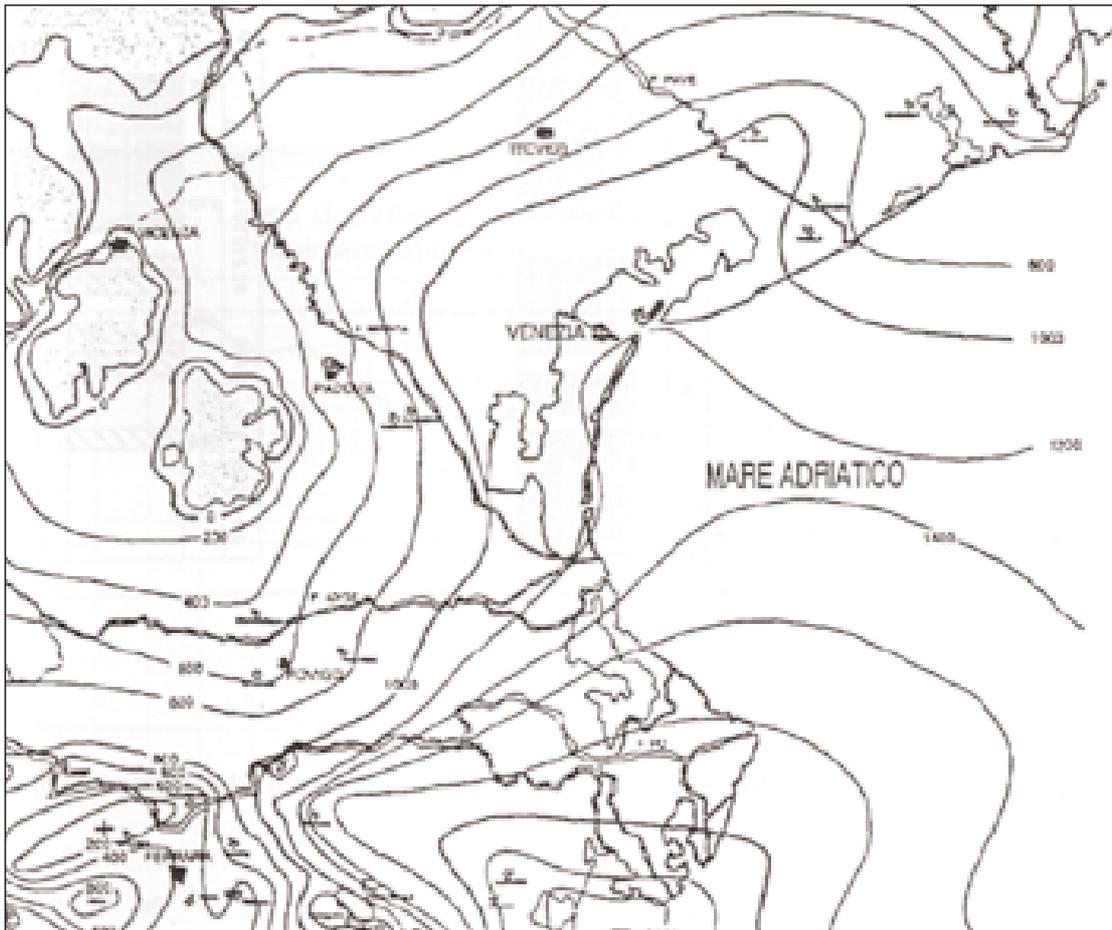


Figura 5. Morfologia del substrato roccioso pre-Quaternario (da Agip-Direzione Mineraria, 1972; 1990)

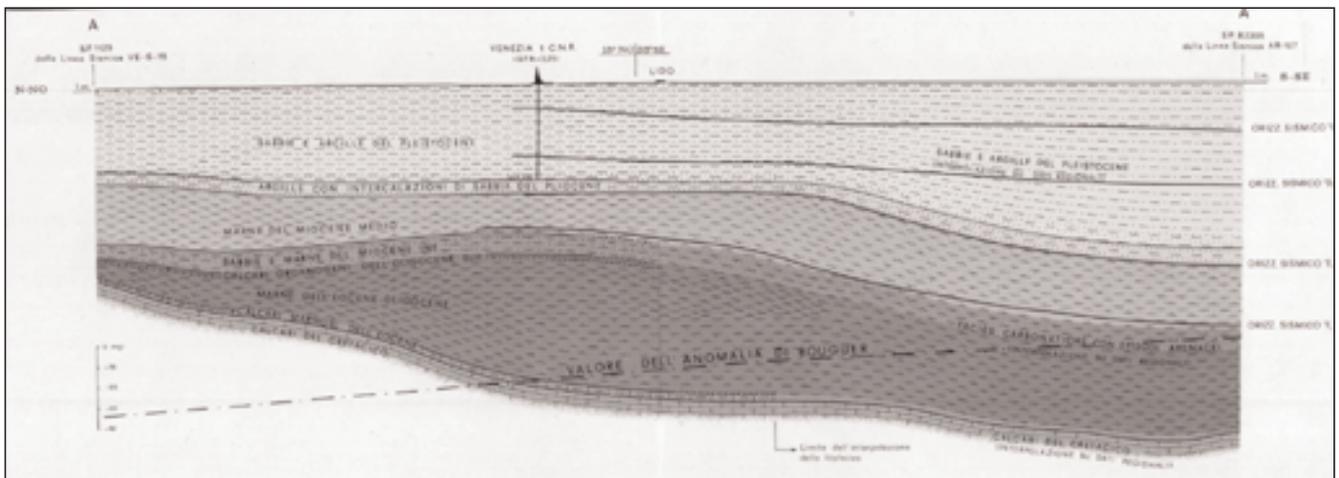


Figura 6. Sezione geologico-generale attraverso la Pianura Veneta (da Leonardi et alii, 1973)

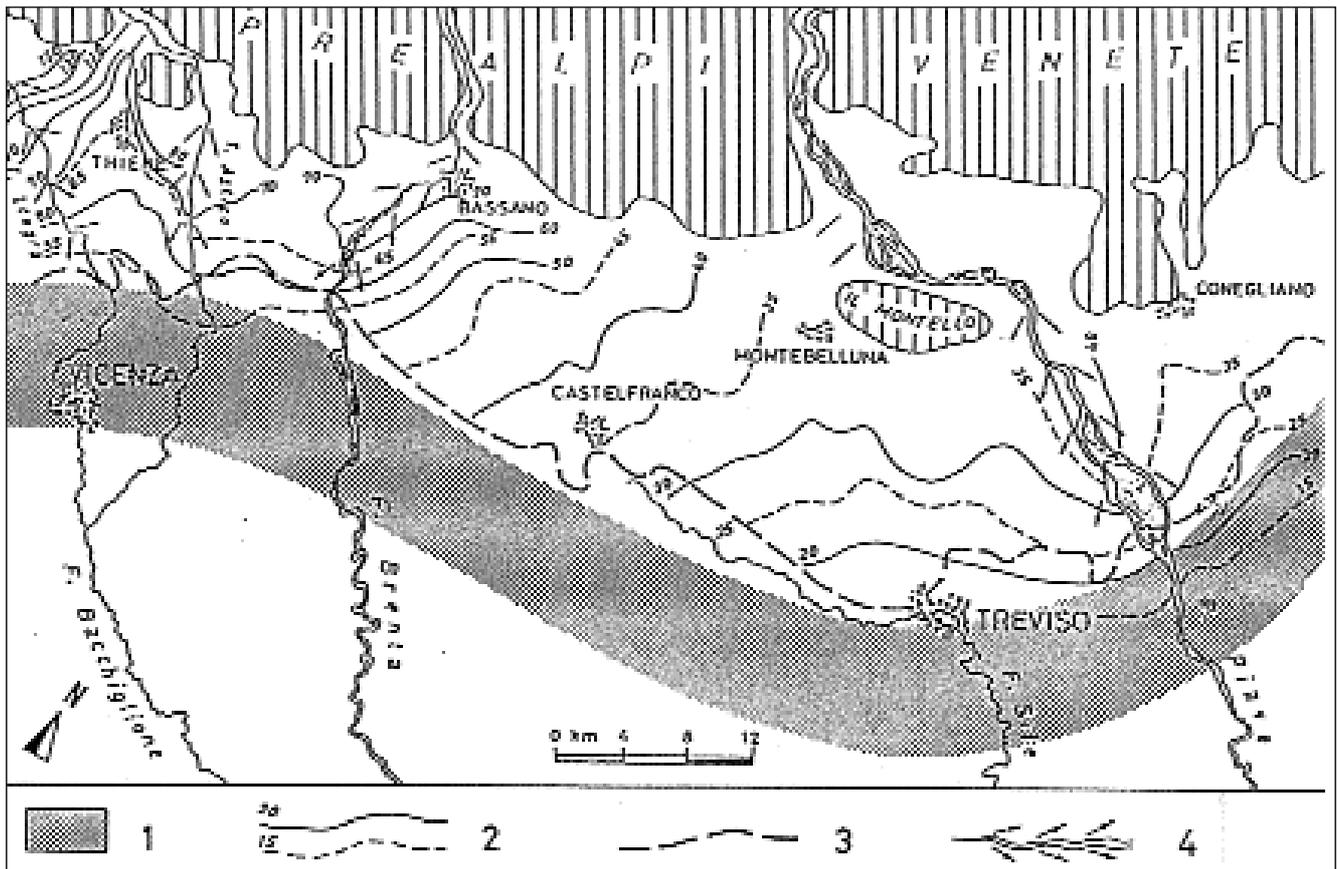


Figura 7. Schema idrogeologico della Pianura Veneta. Legenda: 1) Fascia della media pianura caratterizzata dalle falde in pressione; 2) linee isofreatiche; 3) limite superiore della fascia dei fontanili; 4) tronco d'alveo disperdente

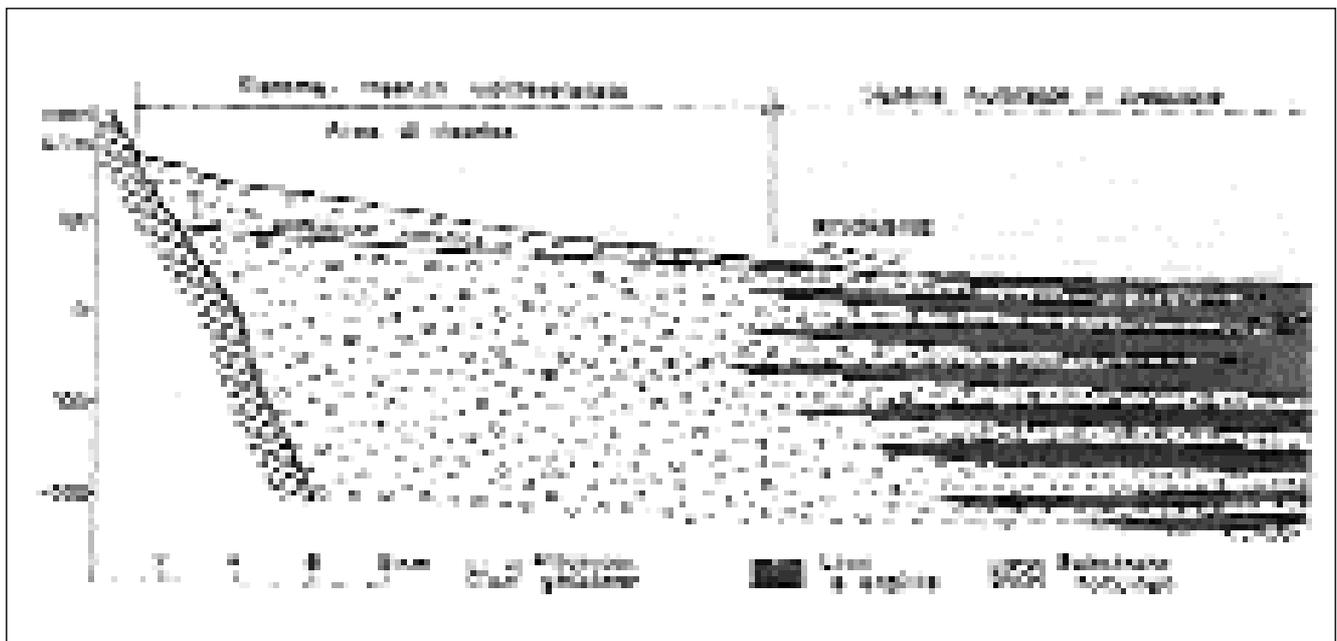


Figura 8. Modello idrogeologico della Pianura Veneta. La figura rappresenta una sezione-tipo con direzione Nord-Sud. L'area dove si ha il sistema multifaldeggiante in pressione corrisponde alla situazione idrogeologica dell'alto Miranese (zona di Scorzè, Noale e Martellago) e dell'alto Portogruarese (zona di Teglio Veneto, Gruaro, Cinto Caomaggiore...)

caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo: ne deriva che l'area del Sandomatese ha risorse idriche sotterranee molto limitate in confronto alla limitrofa area del Portogruarese, particolarmente ricca di risorse idriche sotterranee (si veda il capitolo 6).

Relativamente allo spessore della copertura di materiali sciolti sopra il substrato prequaternario, in Figura 5 si riporta una ricostruzione della morfologia del basamento roccioso come ricostruito da studi eseguiti dall'AGIP.

Infine, in Figura 6 si riporta un profilo geologico generale illustrante i rapporti tra substrato prequaternario e sedimenti sovrastanti.

#### 4.2. ASSETTO IDROGEOLOGICO GENERALE DELLA PIANURA VENETA

La struttura idrogeologica generale della Pianura Veneta è ormai nota sulla base di studi svolti negli anni settanta da parte del CNR (*Gruppo di Studio sulle Falde Acquifere Profonde della Pianura Padana*, 1979; 1981). La struttura idrogeologica di dettaglio è invece a tutt'oggi ancora lacunosa in molte aree.

Nel seguito si richiamano brevemente, sulla base della bibliografia esistente, i caratteri idrogeologici generali della Pianura Veneta, in cui ricade l'area studiata.

Facendo riferimento ai classici schemi idrogeologici della Figura 7 e della Figura 8 possiamo suddividere la pianura in tre fasce:

1. Alta Pianura (acquifero indifferenziato – area di ricarica)
2. Media Pianura (fascia delle falde artesiane)
3. Bassa Pianura (falde a debole potenzialità).

La prima fascia occupa l'Alta Pianura, a ridosso dei rilievi montuosi, per una larghezza da monte a valle di una decina di chilometri: la fascia delle «ghiaie», dove il materasso risulta pressoché interamente formato da alluvioni grossolane, ghiaiose e molto permeabili, per tutto il suo spessore.

Qui le differenti conoidi alluvionali si sono tra loro direttamente sovrapposte e compenstrate, formando un ammasso ghiaioso indifferenziato e omogeneo.

Da questa fascia, scendendo verso sud, le ghiaie diminuiscono progressivamente di quantità e si suddividono in livelli sub-orizzontali separati tra loro da letti di materiali fini limoso-argillosi. In altre parole le conoidi ghiaiose sono tra loro separate da depositi fini impermeabili.

Il passaggio tra le due fasce è piuttosto rapido e si manifesta con una struttura a digitazione delle ghiaie, i cui letti si dipartono dall'ammasso ghiaioso indifferenziato dapprima con grossi spessori singoli e poi via via assottigliandosi progressivamente verso valle.

Questi letti ghiaiosi, che come digitazioni sovrapposte si distaccano dall'ammasso alluvionale omogeneo, si esauriscono verso valle, a differenti distanze, chiudendosi entro i depositi fini impermeabili o poco permeabili.

Nella pianura tra Piave e Brenta la larghezza di questa seconda fascia è di circa 15 km. A valle di essa si individua una terza fascia, che occupa la Bassa Pianura veneta, dove il sottosuolo è costituito da potenti letti di limi e argille, entro cui si intercalano livelli sabbiosi. Le ghiaie sono qui assenti, salvo qualche eccezione molto rara, riscontrata a elevate profondità.

La situazione idrogeologica esistente entro il materasso alluvionale è condizionata dalla diversa struttura stratigrafica e granulometrica che lo caratterizza.

Infatti nelle tre fasce individuate si riscontrano situazioni differenti, tuttavia chiaramente interdipendenti e collegate tra di loro con stretti rapporti.

Lungo la fascia dell'Alta Pianura, dove il materasso è interamente ghiaioso, esiste un'unica potente falda, di tipo freatico, che satura le ghiaie per spessori di varie decine di metri.

La superficie freatica, profonda alcune decine di metri a ridosso dei rilievi montuosi, si avvicina progressivamente al piano di campagna man mano che ci si allontana dal piede delle Prealpi, fino a intersecare la superficie del suolo in corrispondenza alla fascia delle risorgive.

Qui la falda viene a giorno nei punti più depressi, creando una fitta serie di sorgenti di pianura, note con i nomi classici di fontanili o risorgive.

Da queste sorgenti si originano importanti corsi d'acqua di pianura, quali il Sile, il Marzenego e il Dese.

La fascia dei fontanili segna pressappoco il passaggio tra l'Alta e la Media Pianura, quindi tra la zona a materasso interamente ghiaioso e quella a materasso differenziato in livelli ghiaiosi separati.

In quest'ultima zona la struttura stratigrafica determina evidentemente un sistema idrogeologico a più falde sovrapposte, indipendenti tra loro, in condizioni di pressione, che a monte si collegano con l'unica e potente falda freatica, dalla quale traggono la loro alimentazione.

La ricarica del grande acquifero freatico, che a valle alimenta il sistema multifalde in pressione, è assicurata soprattutto dalle dispersioni dei fiumi, che allo sbocco in pianura dalle valli montane lasciano infiltrare nel sottosuolo una rilevante parte della loro portata.

A valle della zona a falde differenziate e in pressione che caratterizza la media pianura, l'assenza o l'estrema limitatezza dei livelli ghiaiosi non consente generalmente l'esistenza di falde idriche abbondanti, a eccezione di casi molto rari.

Come si è già accennato, le falde in pressione esistenti nel sottosuolo della Media Pianura traggono la loro alimentazione continua dall'acquifero freatico indifferenziato dell'Alta Pianura, al quale sono strettamente collegate e del quale costituiscono le propaggini meridionali inserite entro depositi argilloso-limosi.

Pertanto, indirettamente, i fattori di ricarica inerenti l'acquifero freatico indifferenziato sono gli stessi della ricarica del sistema artesiano posto a valle.

I fattori di ricarica, noti da una serie di studi svolti sulla Pianura Veneta, sono individuabili nella dispersione dei corsi d'acqua, nell'infiltrazione diretta delle piogge, nell'infiltrazione dei deflussi superficiali dai versanti montuosi settentrionali, nell'infiltrazione delle acque irrigue.

La loro azione alimentante si attua evidentemente solo lungo la fascia pedemontana della pianura, a composizione interamente ghiaiosa e ad acquifero indifferenziato, dove le acque che si infiltrano nel sottosuolo possono ricaricare direttamente la falda freatica e indirettamente le falde in pressione ad essa collegate e che si spingono a valle al di sotto di coperture impermeabili.

Il più efficace e il più importante fattore di ricarica è senza dubbio la dispersione dei corsi d'acqua.

Nell'Alta Pianura i materiali sono pressoché interamente di deposito fluviale o fluvioglaciale; nella Media e Bassa Pianura le alluvioni fluviali si intercalano spesso con sedimenti di origine marina, lacustre e palustre.

I depositi marini e palustri sono in netta prevalenza nella Bassa Pianura, a ridosso delle attuali coste adriatiche.

La granulometria dei materiali che formano questo grande accumulo, potente anche alcune centinaia di metri, generalmente è molto variabile sia in senso verticale e sia soprattutto procedendo da nord verso sud. Nel sottosuolo si possono infatti rilevare livelli di ghiaie, di sabbie, di limi, di argille, di torbe, separati tra di loro o frammisti in percentuali molto variabili e secondo assortimenti diversi.

Questa anisotropia di costituzione dipende soprattutto dalla variabilità nello spazio e nel tempo dei processi e degli ambienti sedimentari che hanno determinato la deposizione dei materiali.

Nella fascia di pianura, dove si inserisce l'area in esame, hanno avuto importanza determinante le mutevoli vicende idrologiche dei principali fiumi che l'attraversano (Adige, Brenta, Piave, Tagliamento), che hanno cambiato sovente il loro percorso di pianura, spagliando e depositando le loro alluvioni su aree molto estese, in tempi differenti e su zone diverse.

Le differenti grandi conoidi ghiaiose si trovano attualmente in parziale sovrapposizione, assai spesso tra loro addentellate sui fianchi, o frammiste talvolta al

punto di non essere distinguibili.

Tra gli eventi alluvionali si sono inserite periodicamente trasgressioni e regressioni marine, episodi lacustri e palustri, per cui alle alluvioni generalmente a granulometria grossolana si trovano ora intercalati depositi fini limoso-argillosi, che nella parte bassa della pianura sostituiscono completamente le alluvioni.

#### 4.3. ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO PROVINCIALE

La verifica dell'assetto stratigrafico è stata effettuata mediante l'analisi di oltre cento stratigrafie.

Le ubicazioni<sup>1</sup> sono riportate nella Tavola 1, mentre le stratigrafie, che non vengono allegate, sono state riportate nei singoli stralci territoriali in cui è stata suddivisa la *Indagine idrogeologica*, oltre che essere presenti negli archivi informatici georeferenziati dell'Ufficio Difesa del Suolo.

Il compito di ricostruire la struttura idrogeologica del sottosuolo si è presentato assai arduo soprattutto per l'ampio disattendimento alla L. 464/84<sup>2</sup>, che detta le norme per l'acquisizione degli elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica del sottosuolo nazionale. Questa norma viene largamente disattesa e, nei pochi casi in cui le stratigrafie vengono compilate, risultano spesso imprecise nell'uso dei termini geologici e idrogeologici e nelle profondità di rinvenimento delle differenti falde.

Sui 3267 pozzi censiti, la stratigrafia è nota per soli 86 pozzi (2%) (si veda anche la Tabella 12). Altre stratigrafie appartengono a pozzi dismessi ma comunque il numero di stratigrafie esistenti resta molto limitato.

<sup>1</sup> Le ubicazioni sono riportate con maggior dettaglio anche nelle monografie inedite relative ai singoli stralci territoriali in cui è stata suddivisa l'indagine idrogeologica, con l'eccezione di alcune stratigrafie reperite recentemente. Le ubicazioni e i relativi dati sono archiviati presso il Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio, Ufficio Difesa del Suolo (ubicato in Mestre, Rampa Cavalcavia, n. 31) tramite una apposita applicazione software collegata al G.I.S. APIC-DOS per Windows.

Va inoltre precisato che, esclusivamente per il comune di Venezia, negli anni settanta era stato edito un catasto pozzi che riportava anche numerose stratigrafie (CNR, 1972). Di queste, nella Tavola 1, vengono ubicate solo alcune (esistenti anche nell'*Archivio informatizzato delle prove geognostiche* della Provincia di Venezia), scelte tra le più significative; per le rimanenti si rimanda al suddetto catasto dei pozzi artesiani.

<sup>2</sup> Si ricorda che la Legge 464/84 prevede l'obbligo dell'invio al Servizio Geologico Nazionale della stratigrafia di qualsiasi perforazione eseguita a profondità superiore ai 30 metri.

<sup>3</sup> Nell'area del Portogruarese attualmente sono in corso delle prove idrogeologiche finalizzate alla valutazione dei parametri idrogeologici. Il lavoro è finanziato dal *Leader II* ed è realizzato anche con il contributo del locale Consorzio di bonifica (Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento).



Riguardo a dati di importanza primaria, come i parametri idrogeologici (T, k, h, i, S...), va notato che, nel Veneto, spesso non vengono misurati neppure sui pozzi a uso acquedottistico<sup>3</sup>.

Nei vari stralci territoriali in cui è stato diviso il lavoro, la ricostruzione dell'andamento degli acquiferi si è quindi necessariamente appoggiata, oltre che sulle poche stratigrafie esistenti, sui parametri chimico-fisici e idraulici misurati sperimentalmente su un numero notevolissimo di pozzi (oltre 2000).

Nella Tavola 1 si riportano le ubicazioni di tutte le stratigrafie raccolte con profondità maggiore di 30 metri e le tracce dei profili, la cui descrizione si trova al capitolo 8.

Va notato che le ricostruzioni idrogeologiche esistenti avevano solo significato regionale (con la già citata eccezione dell'area lagunare veneziana), per cui si è proceduto *ex novo* nelle ricostruzioni litostratigrafiche, che risultano sufficientemente dettagliate in alcune aree e lacunose, per la più volte citata carenza di dati, in altre.

Data l'ampiezza dell'area indagata non è stato possibile realizzare uno schema idrogeologico valido per l'intero territorio. La situazione litostratigrafica e idrogeologica verrà presentata suddivisa per aree nel capitolo 6, *Caratterizzazione idrogeologica per singole aree*.

Le aree in cui è stato suddiviso il territorio sono riportate in Figura 9.



## 5. Ricerche svolte

### 5.1. METODOLOGIA

Come già descritto in premessa, lo studio svolto ha avuto lo scopo di definire in dettaglio la situazione idrogeologica locale, e in particolare il numero e la posizione delle falde, la loro utilizzazione e alcuni caratteri idraulici e chimici delle acque sotterranee.

Per ottenere questi dati si è ricostruita la struttura stratigrafica e idrogeologica, si sono misurati alcuni caratteri idraulici delle falde e si sono valutati, tramite misure speditive, alcuni parametri chimico-fisici delle acque. A monte delle operazioni di misura è stato eseguito il censimento dei pozzi esistenti.

Le modalità di indagine relative al censimento sono state differenziate sulla base delle caratteristiche idrogeologiche dell'area:

1) nel comprensorio del Miranese (comuni di Martellago, Mirano, Noale, Salzano, Santa Maria di Sala, Scorzè e Spinea), nell'alto Portogruarese e nell'area termale (vedi Figura 10) è stata eseguito un censimento «porta a porta» dei pozzi esistenti (oltre che una ricerca basata sui dati delle autodenunce e dei dati in possesso a vari enti);

2) nelle rimanenti aree, caratterizzate da una minore densità di pozzi e da un minor pregio quali-quantitativo delle acque sotterranee, ci si è basati su dati esistenti, reperiti da varie fonti, e soprattutto sulle autodenunce.

La scelta operativa di eseguire il censimento «porta a porta» solo su una parte del territorio deriva da una serie di considerazioni dipendenti dalla situazione idrogeologica locale:

1) la presenza di pozzi idrici nel territorio diminuisce in modo pressoché esponenziale andando da nord a sud. Ciò deriva evidentemente dalla diversa situazione idrogeologica, caratterizzata a nord dalla presenza di falde assai produttive in acquiferi ghiaiosi, anche poco profonde, eroganti acqua di buona qualità e in rilevante quantità (area di Scorzè e dintorni, alto Portogruarese), e a sud dalla presenza di falde povere alloggiare in sabbia, con acque non di rado di scadente qualità naturale. Per tale motivo, il numero di pozzi, rilevantissimo a nord (sono stati censiti nel solo comune di Scorzè quasi 900 pozzi), è risultato essere sempre più esiguo andando verso sud;

2) data la relativa scarsità di pozzi, un censimento porta a porta, eseguito in tutta la provincia, sarebbe stato troppo dispendioso in termini di tempi e costi rispetto ai risultati ottenibili e alle risorse economiche disponibili;

3) i pozzi presenti nell'area meridionale, non possedendo erogazione spontanea rilevante, sono quasi sempre utilizzati con pompa e collegati all'impianto idraulico, risultando assai poco riconoscibili «a vista»; si è inoltre verificato che pozzi non visibili dall'esterno delle abitazioni quasi mai sono stati segnalati dal proprietario durante il sopralluogo di censimento a meno che non si tratta di pozzi già soggetti ad auto-denuncia.

La necessità di verificare in sopralluogo tutti i pozzi soggetti ad autodenuncia ha avuto come vantaggio per l'Amministrazione Provinciale, oltre all'economicità, anche l'archiviazione su supporto magnetico dei dati relativi alle autodenunce, che ora sono quindi gestibili dagli uffici della Provincia in forma informatizzata, rispondendo così a precisi compiti istituzionali.

Nella ricerca sono stati utilizzati principalmente i dati ottenuti dagli elenchi delle autodenunce annuali degli approvvigionamenti idrici autonomi e quelle relative alle autodenunce giunte in Provincia in ottemperanza al D.M. 12 luglio 1993 n. 275 e del T.U. n. 1775/1933. Al fine di ottenere il maggior numero possibile di notizie di pozzi esistenti, la ricerca è stata estesa a tutti i dati disponibili presso le Amministrazioni Comunali del territorio in oggetto. Sono stati quindi confrontati i dati delle autodenunce raccolte in Provincia con quelle a disposizione dei Comuni ed è stata richiesta notizia sulla presenza di pozzi comunali o sulla conoscenza diretta di altri pozzi da parte dei tecnici del Comune.

La ricerca documentale è stata inoltre estesa ad altre strutture ed enti pubblici tra i quali: Università di Padova<sup>1</sup>, Trieste e Venezia, Regione Veneto, Genio

<sup>1</sup> Va precisato che l'Università di Padova alla fine degli anni sessanta aveva eseguito un censimento di dettaglio dei pozzi artesiani esistenti su parte dell'area di studio (area tra Brenta e Piave). I dati sono pubblicati su 18 fascicoli (Ministero dei lavori pubblici, 1969-72). Tali dati non sono stati utilizzati per le verifiche dei pozzi in campagna, in quanto ciascun pozzo su quel lavoro è ubicato tramite le sole

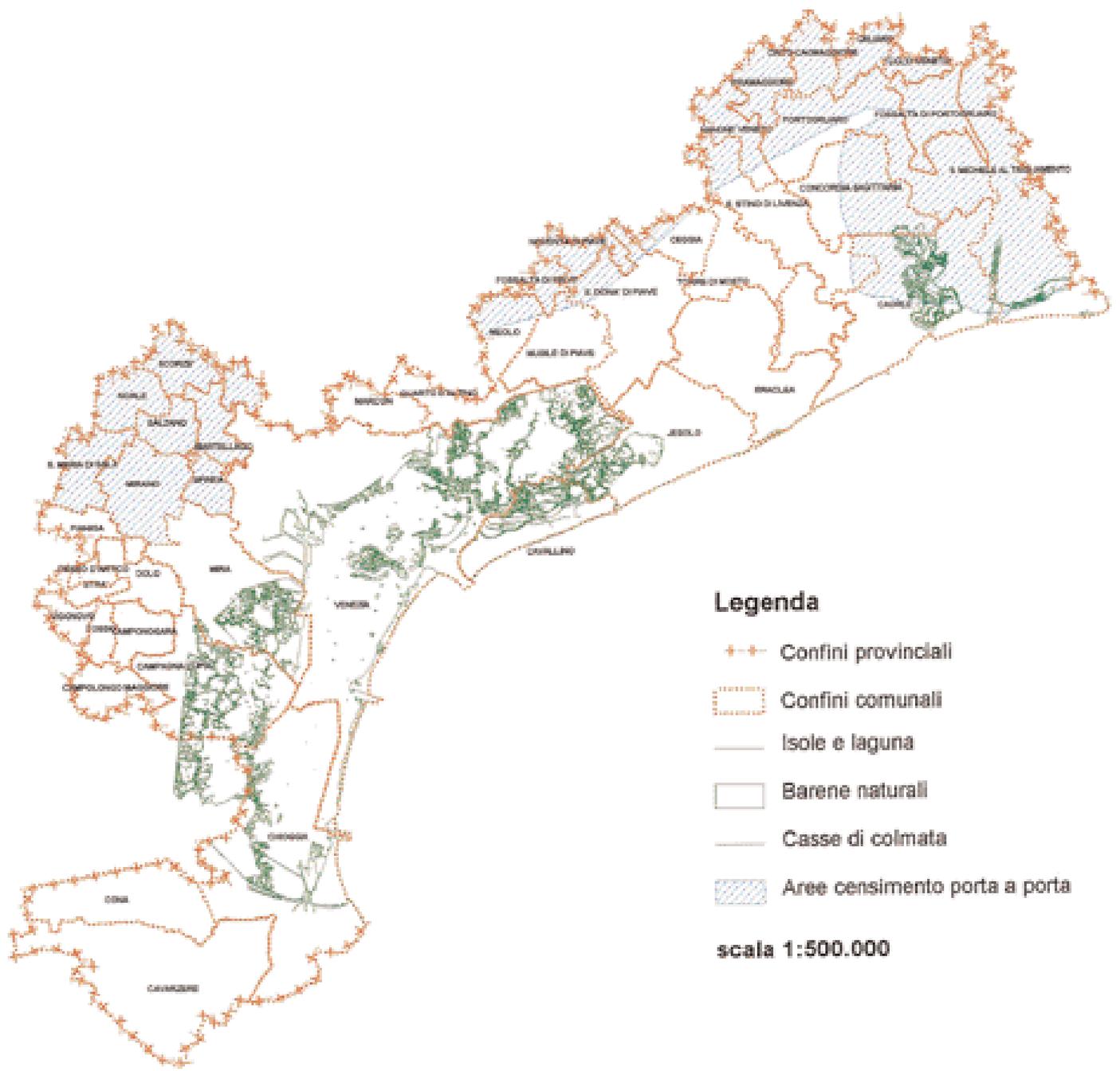


Figura 10. Aree su cui si è eseguito il censimento «porta a porta»

Civile, Magistrato alle Acque, Consorzi di bonifica, Acquedotti, USL, PMP (ora ARPAV), CNR-ISDGM di Venezia.

Successivamente alla raccolta dei dati disponibili è stata eseguita la ricerca in loco dei pozzi. È stato eseguito un sopralluogo in tutti i pozzi che, secondo le notizie disponibili, possiedono profondità superiore a:

– 30 m nei comuni di Noale, Martellago, Mirano, Salzano, Santa Maria di Sala, Scorzé e Spinea e alto Portogruarese;

– 10 m nelle rimanenti aree.

Nei pozzi visitati sono state eseguite le determinazioni previste nella scheda riportata in Figura 11.

La ricerca *in loco* dei pozzi indicati nelle autodenunce ha comportato la soluzione di una serie di problemi logistici. Spesso i nominativi riportati nelle autodenunce non corrispondono con quelli degli effettivi utilizzatori (casi di affittuari, usufruttuari, ecc.); ogni utente è obbligato a esporre presso il Comune l'autodenuncia, e quindi possono esserci più utenti per un singolo pozzo. Le schede delle autodenunce spesso presentano errori e omissioni. Nell'elenco delle autodenunce è compreso un gran numero di pozzi freatici non interessanti ai fini del presente studio.

In fase di verifica sono stati quindi controllati i dati relativi all'indirizzo e all'utilizzatore di ciascun pozzo ed è stata definita l'ubicazione esatta degli stessi mediante ubicazione sulla *Carta Tecnica Regionale* alla scala 1:10.000, in seguito riportata nella banca dati realizzata con il G.I.S. APIC-DOS. Per ciascun pozzo è stata prodotta una scheda nella quale sono riportati tutti i dati disponibili.

I dati rilevati, registrati su apposita scheda (vedasi Figura 11), sono i seguenti:

– assegnazione di numero d'ordine e ubicazione su CTR alla scala 1:10.000;

– generalità del proprietario e/o utilizzatore e suo indirizzo;

– data di costruzione;

– uso prevalente;

– profondità del pozzo;

– diametro del pozzo;

– raccolta di eventuale stratigrafia e/o analisi chimica dell'acqua.

Nei pozzi censiti sono state inoltre condotte misure sperimentali che consentono una valutazione dei seguenti parametri:

coordinate e non è «facile», dopo circa trent'anni, la verifica della coincidenza con pozzi attualmente esistenti. Il numero di anni trascorsi da quel censimento ha consigliato di evitare faticose e lunghe ricerche per la verifica di quei pozzi, che nel complesso avrebbe riportato risultati di limitato interesse rispetto agli obiettivi del lavoro. Va però sottolineato che i dati qui raccolti sono stati confrontati con quelli di quel censimento (si veda il capitolo 7).

– portata di esercizio e, dove possibile, portata massima;

– pressione (nei pozzi in erogazione spontanea);

– temperatura dell'acqua;

– conducibilità elettrica dell'acqua;

– contenuto in ferro (Fe) e ammoniaca (NH<sub>4</sub>) dell'acqua.

Le misure sono state eseguite con la strumentazione descritta al paragrafo 5.2. La misura del contenuto in Fe e NH<sub>4</sub> è stata eseguita mediante analisi chimica speditiva in campagna. Fe e NH<sub>4</sub> sono presenti nelle acque di falda essenzialmente per fenomeni naturali. La verifica della loro presenza è stata eseguita in quanto assai di frequente queste sostanze condizionano la qualità delle acque stesse, limitandone la potabilità.

In conclusione si ritiene che la metodologia di indagine adottata abbia consentito di avere notizia e di verificare almeno una gran parte (superiore all'80%) dei pozzi esistenti, ottenendo una mole di dati sufficiente a definire le caratteristiche naturali e le condizioni di sfruttamento esistenti nel territorio in oggetto, secondo le finalità dello studio.

## 5.2. STRUMENTAZIONE

Si illustrano brevemente le metodologie e le strumentazioni utilizzate per la determinazione dei parametri elencati al paragrafo precedente.

### 5.2.1. Pressione (nei pozzi a erogazione spontanea)

Nei primi stralci realizzati (Area Centrale) è stato utilizzato un manometro a lancetta; nelle fasi successive un manometro digitale. I limitati valori di pressione risultanti in molti pozzi artesiani (con l'eccezione delle falde oltre i 270 metri) permettono la realizzazione di misure precise anche con l'utilizzo di una asta graduata e di un comune tubo in gomma collegato alla bocca pozzo.

I manometri digitali utilizzati, di fabbricazione svizzera, hanno un *range* di misura compreso tra 0 e 1 o 2 bar e lettura di tre decimali.

### 5.2.2. Portata

La portata è stata misurata semplicemente con l'ausilio di un contenitore di volume noto e di un cronometro.

Nelle aree con pozzi a erogazione spontanea (vedi Figura 26) è stata misurata sia la portata massima che la portata di esercizio. Va notato che la portata d'e-



## INDAGINE IDROGEOLOGICA PROVINCIA DI VENEZIA

COMUNE DI.....

POZZO N°..... RIF..... DATA.../.../199..

ANNO DI COSTRUZIONE 19..... PROFONDITA' m .....

DIAMETRO mm..... PORTATA DI ESERCIZIO l/s .....

PORTATA SPONTANEA  SI  NO EROGAZIONE CONTINUA  SI  NO

DISPOSITIVO DI SOLLEVAMENTO  Pompa sommersa  Autoclave  
 Pompa esterna  Pompa manuale  Nessuno

PREVALENZA da piano di campagna m.....

STRATIGRAFIA  SI  NO Fe ..... mg/l

ANALISI CHIMICHE  SI  NO NH<sub>4</sub>..... mg/l

TEMPERATURA ..... °C CONDUCEBILITA' ..... μS/cm

USO :  
Acquedotto  Potabile  Irriguo  Ornamentale   
Industriale  Domestico  Zootecnico  Nessuno

LOCALITA' .....

PROPRIETARIO.....

NOTE.....

Figura 11. Scheda utilizzata per i rilievi di campagna

servizio coincide spesso con la portata massima per la diffusa presenza di pozzi artesiani privi di saracinesca. Nelle rimanenti aree, trattandosi di pozzi spesso in erogazione non spontanea, la portata emunta è prevalentemente operata mediante pompe; quindi i dati dello sfruttamento derivano principalmente dai valori di prelievo autodenunciati e da stime.

### 5.2.3. Temperatura dell'acqua

Sono stati utilizzati termometri con precisione di 0.3 °C.

### 5.2.4. Conducibilità elettrica dell'acqua

Le misure di conducibilità elettrica dell'acqua sono riferite ai 25 °C. Gli strumenti, con il fondo scala normalmente utilizzato (1999 µS/cm), hanno una precisione di 1µS/cm e una accuratezza pari al 1% del fondo scala<sup>2</sup>.

### 5.2.5. Ferro

La determinazione della concentrazione dello ione Ferro nelle acque è stata effettuata nei primi stralci territoriali mediante l'utilizzo di un kit da campagna della Merck (Aquamerck 11136 Eisen), che permette di determinare la concentrazione del Ferro mediante metodo colorimetrico. La misura avviene miscelando opportunamente il campione a tre reagenti e confrontando la colorazione ottenuta con una di riferimento. Il *range* di misura varia tra 0.1 e 50.0 mg/l (ppm).

Nel Sandonatese e nel Portogruarese, invece, le analisi sono state eseguite con una strumentazione che permette misure più accurate: uno strumento (Hanna Instruments-HI93721, *Iron High Range*) con risoluzione di 0.01 mg/l e accuratezza di  $\pm 0.04$  mg/l  $\pm 2\%$  della lettura. Il *range* di misura è compreso tra 0.0 e 5.0 mg/l.

Entrambe le strumentazioni impiegate misurano la concentrazione in Ferro Totale ( $\text{Fe}_2^+$  e  $\text{Fe}_3^+$ ), ma il tenore in Ferro in queste aree è legato quasi esclusivamente al Ferro ferrico ( $\text{Fe}_3^+$ ).

Si ricorda che per le acque potabili il D.P.R. 236/88 indica in 50 mg/l (0.05 mg/l) il *valore guida* e in 200 mg/l (0.20 mg/l) la *concentrazione massima ammissibile* per questo parametro.

### 5.2.6. Ammoniaca

La concentrazione dello ione ammonio nelle acque sotterranee nei primi stralci territoriali è stata misurata mediante l'utilizzo di un kit da campagna della Merck (Microquant 14750), che permette di determinare la concentrazione dell'ammonio mediante metodo colorimetrico. La misura avviene miscelando opportunamente il campione a tre reagenti e confrontando la colorazione ottenuta con una di riferimento. Il *range* di misura varia tra 0.2 e 8 mg/l (ppm).

Nel Sandonatese e nel Portogruarese, invece, le analisi sono state eseguite con una strumentazione che permette misure più accurate: uno strumento (Hanna Instruments-HI93700) con risoluzione di 0.01 mg/l e accuratezza di  $\pm 0.04$  mg/l  $\pm 4\%$  della lettura. Il *range* di misura per questo strumento è 0.0-3.0 mg/l; *range* insufficiente per alcuni dei campioni analizzati. Per il Sandonatese si è utilizzato uno strumento con *range* di misura di 0.0-10.0 mg/l.

Si ricorda che per le acque potabili il DPR 236/88 indica in 0.05 mg/l il *valore guida* e in 0.50 mg/l la *concentrazione massima ammissibile* per questo parametro.

<sup>2</sup> Dati dichiarati dalla ditta costruttrice (Hanna Instruments: modelli HI 8033, 8633, 8733).



## 6. Caratterizzazione idrogeologica per singole aree

### 6.1. PORTOGRUARESE

#### 6.1.1. Generalità

Questa prima area (Figura 9) copre il territorio provinciale compreso tra il Livenza e il Tagliamento. In esso ricadono 11 comuni: Annone Veneto, Caorle (parte a Est del Livenza), Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Fossalta di Portogruaro, Gruaro, Portogruaro, Pramaggiore, S. Michele al Tagliamento, S. Stino di Livenza e Teglio Veneto.

Le conoscenze pregresse sulla geologia profonda di quest'area sono limitate ad alcuni lavori eseguiti nella zona termale di Bibione (zona sud-est dell'area d'indagine verso il confine con il Friuli Venezia Giulia) e ad alcune stratigrafie eseguite dall'Agip o da imprese per la costruzione di pozzi per acqua.

L'area dal punto di vista geomorfologico e geologico appartiene alla Pianura Veneto-Friulana, caratterizzata da una coltre di depositi sedimentari terrigeni incoerenti, quaternari e terziari, di almeno 500-700 m di potenza. Essi sono di origine marina, lagunare e continentale.

Gli spessori di tale coltre sedimentaria sono variabili in funzione soprattutto dell'assetto geologico profondo. Infatti la presenza di alti strutturali e zone depresse, ereditate da una tettonica alpina e dinarica che ha modellato le attuali strutture geologiche profonde, hanno condizionato l'accumulo sedimentario.

Le stratigrafie profonde disponibili (oltre i 100 m) sono 41, con una distribuzione relativamente omogenea sull'area d'indagine. Esse raggiungono la massima profondità di circa 500 m, tranne tre stratigrafie dell'Agip che superano i 1000 m. Queste ultime evidenziano uno spessore della coltre sedimentaria terrigena incoerente e pseudo-coerente variabile da 540 m (zona Quarto Bacino in comune di San Michele al Tagliamento) a 720 m (zona Marango in comune di Caorle).

È quindi possibile constatare come la successione litostratigrafica sia caratterizzata, almeno fino alla profondità di 500-540 m, da alternanze discontinue di litotipi prevalentemente argilloso-limosi dotati di permeabilità bassa, con litotipi prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi dotati di permeabilità medio-alta.

Questi ultimi sono sede degli acquiferi più importanti, i cui spessori variano da qualche metro ad alcune decine di metri e la cui continuità laterale spesso è incerta o scompare o si suddivide in livelli più sottili o passa in eteropia di facies a granulometrie più fini. L'individuazione di questi acquiferi è stata possibile sia attraverso la ricostruzione stratigrafica, sia mediante la profondità dei pozzi di sfruttamento censiti, suddivisi per classi.

La situazione idrogeologica è pertanto caratterizzata da un sistema di falde sovrapposte in pressione, alloggiato nei livelli permeabili sabbioso-ghiaiosi, separate da orizzonti impermeabili o semi-impermeabili argilloso-limoso-sabbiosi.

La falda freatica ha la superficie posta a qualche metro dal piano campagna. Questa falda, come già rilevato, non è stata presa in considerazione in questo studio.

#### 6.1.2. Struttura stratigrafica di dettaglio

Le stratigrafie recuperate sono 70, delle quali 41 con profondità superiore ai 100 m. La loro distribuzione sull'area d'indagine è relativamente omogenea nella zona settentrionale mentre è disomogenea nella zona centro-meridionale. La loro ubicazione è riportata sulla cartografia allegata fuori testo (Tavola 1).

Sono stati tracciati 4 profili stratigrafici utilizzando esclusivamente stratigrafie con profondità superiore ai 100 m.

Conseguentemente al limitato numero di stratigrafie disponibili per un'area così vasta, considerando l'imprecisione con le quali certe colonne stratigrafiche sono state redatte e prendendo in considerazione la variabilità dei motivi deposizionali dei vari ambienti che hanno creato la coltre sedimentaria sopra citata, l'interpretazione litostratigrafica elaborata è comunque sintetica e volta alla sola individuazione degli acquiferi principali dai quali i pozzi censiti prelevano acqua.

I profili riportano gli orizzonti principali permeabili, la cui frazione granulometrica dominante è sabbioso-ghiaiosa, indipendentemente dalla facies di appartenenza.

I profili riportati nella tavola sono:

*Profilo P1*

Orientazione NNW-SSW.

Da Settimo di Cinto Caomaggiore a Bibione di S. Michele al Tagliamento.

*Profilo P2*

Orientazione WSW-ENE.

Da Marango di Caorle a Lugugnana di Portogruaro.

*Profilo P3*

Orientazione W-E.

Da S. Biagio Scuole di Cinto Caomaggiore a Teglio Veneto.

*Profilo P4*

Orientazione NNE-SSW.

Da Bagnara di Gruaro a Bandoquerelle di Concordia Sagittaria.

Da una prima analisi di quanto elaborato si può constatare che l'interpretazione è risultata più precisa nella zona centro-settentrionale dell'area d'indagine, mentre è risultata più lacunosa nella zona centrale e meridionale a seguito della scarsità dei dati e della discontinuità nella distribuzione degli orizzonti acquiferi.

In generale la distribuzione dei litotipi, in profondità e lateralmente, è discontinua e disomogenea con una dominante componente terrigena argillosa, limosa, sabbiosa fine. Nonostante ciò è possibile individuare degli orizzonti sabbiosi e ghiaiosi che si estendono con una certa continuità sull'area d'indagine e hanno spessori variabili.

L'individuazione di questi acquiferi principali, che in realtà sono il risultato di raggruppamenti di orizzonti permeabili di grande estensione con orizzonti permeabili di limitata estensione, è sintetizzata dalla Tabella 1.

Tabella 1. *Schema degli acquiferi individuati. Portogruarese*

N° acquifero	Limiti	Profondità tetto (m)	Profondità letto (m)
I	Semi confinato/ confinato	10	20 - 25
II	Confinato	34 - 40	50 - 55
III	Confinato	60 - 70	80 - 90
IV	Confinato	110 - 120	130 - 135
V	Confinato	150 - 160	220 - 240
VI	Confinato	240 - 250	290 - 300
VII	Confinato	300 - 310	350 - 380
VIII	Confinato	400 - 410	460
IX	Confinato	480 - 490	?
X	Non individuato nelle stratigrafie ma dalla presenza di pozzi profondi	?	?

*1° Acquifero semi-confinato/confinato*

È presente a partire da 10 m di profondità dal p.c. sino alla profondità di 20-25 m. È prevalentemente sabbioso e generalmente continuo soprattutto nella zona centro-settentrionale dell'area; è eteropico con ghiaie nella zona centro-settentrionale.

*2° Acquifero confinato*

È presente a partire da 30-40 m di profondità dal p.c. sino alla profondità di 50-55 m. È prevalentemente sabbioso e generalmente discontinuo soprattutto nella zona centro meridionale dell'area; è eteropico con ghiaie nella zona nord-orientale.

*3° Acquifero confinato*

È presente a partire da 60-70 m di profondità sino a 80-90 m. È prevalentemente sabbioso e generalmente discontinuo, soprattutto in senso E-W.

*4° Acquifero confinato*

È presente a partire da 110-120 m di profondità sino a 130-135 m. È prevalentemente sabbioso e generalmente discontinuo, ma talvolta eteropico con ghiaie nella zona settentrionale. Nella zona meridionale il suo riconoscimento risulta difficoltoso.

*5° Acquifero confinato*

È presente a partire da 150-160 m di profondità sino a 220-240 m. È prevalentemente sabbioso e generalmente continuo su tutta l'area con marcate eteropie di ghiaie nella zona settentrionale. Lo spessore maggiore dell'acquifero si rileva nella zona centrale.

*6° Acquifero confinato*

È presente a partire da 240-250 m di profondità sino a 290-300 m. È prevalentemente sabbioso e generalmente continuo su tutta l'area con marcate eteropie di ghiaie nella zona settentrionale.

*7° Acquifero confinato*

È presente a partire da 300-310 m di profondità sino a 350-380 m. È prevalentemente sabbioso e generalmente continuo su tutta l'area.

*8° Acquifero confinato*

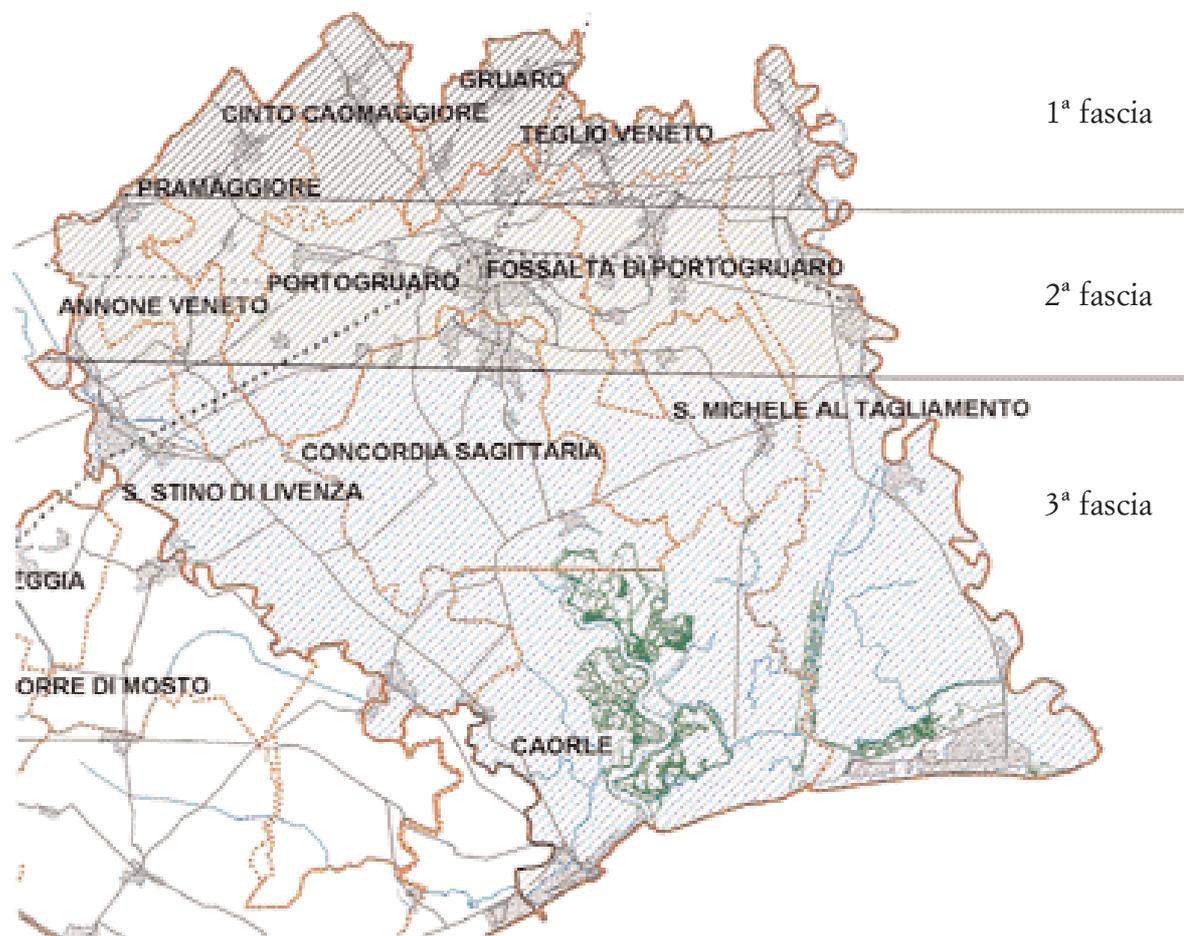
È presente a partire da 400-410 m di profondità sino a 460 m. È prevalentemente sabbioso. È difficoltoso determinare la continuità dell'acquifero anche se i dati sulle profondità dei pozzi censiti confermano la sua estensione sull'intera area.

*9° Acquifero confinato*

È presente a partire da 480-490 m di profondità. Il letto dell'acquifero è di difficile determinazione dato l'esiguo numero di stratigrafie che raggiungono tale profondità. È prevalentemente sabbioso e ghiaioso (i dati disponibili si riferiscono alla zona meridionale); è difficoltoso determinare la continuità dell'acquifero anche se i dati delle profondità dei pozzi censiti confermano la sua estensione almeno sull'intera area del Portogruarese.

*10° Acquifero confinato*

L'esiguo numero di stratigrafie non consentono la determinazione del letto e del tetto dell'acquifero e la sua continuità sull'area di interesse. La presenza di vari pozzi anche a queste profondità permette comunque di individuare uno o più acquiferi sui 600 m di profondità, caratterizzati da sabbia e ghiaia.



**Legenda**

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| Area ind. idrogeologica | Aree urbane                  |
| Confini comunali        | Isole e laguna               |
| Ferrovie                | Prima fascia: settentrionale |
| Strade                  | Seconda fascia: centrale     |
| Fiumi                   | Terza fascia: meridionale    |

scala 1:250.000

Figura 12. *Suddivisione in tre fasce del Portogruarese per la caratterizzazione delle falde*



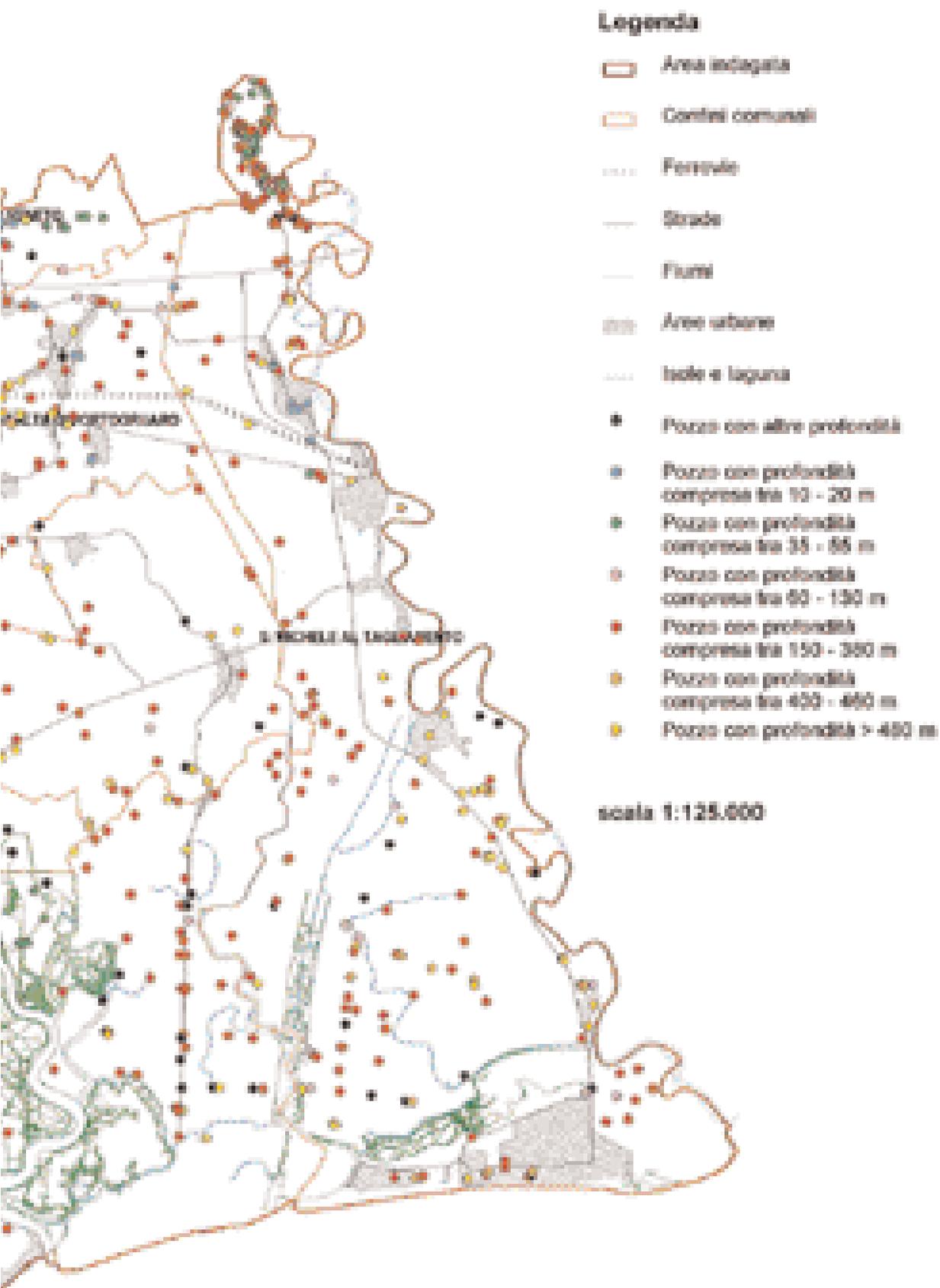


Figura 13. Distribuzione dei pozzi censiti nel Portogruonese suddivisi per classe di profondità

Tabella 2. Parametrizzazione delle falde. Portogruarese

Falda	n. pozzi censiti	Prof. (m)	T (°C)	Cond. Elet. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Fe (mg/l)	$\text{NH}_4^+$ (mg/l)	Prevalenza su p.c. (m)	Q spont. max (l/s)
I	102	10- 20	13,5 - 16,5	820-3600	0,7 -3	0,4 ->3	no	no
II	78	35- 55	13,5 - 15	425- 490	0,1 -0,6	0,2 - 1,55	0,6- 1,5	0,04-0,25
III	28	60- 90	14 - 15,5	400- 500	0,1 -0,6	1,3 ->3	0,6- 1,5	0,03-0,19
IV	32	100-130	14,5 - 18	380- 540	0,07-0,35	1 ->3	0 - 1,4	0,03-0,1
V	329	150-240	14,5 - 24	340- 650	0,04-0,4	0,1 ->3	0 - 4,8	0,01-1
VI	139	250-315	16 - 23,5	370- 580	0,07-0,25	0,5 ->3	0,5- 5	0,03-0,60
VII	79	320-380	17 - 25	360- 560	0,06-0,3	0,7 ->3	0 - 4,2	0,1 -0,6
VIII	32	400-460	19 - 40	370- 630	0,04-0,16	0,4 ->3	1,5- 4	0,3 -2
IX	170	480-560	23 - 34	320- 680	0,06-0,3	0,1 - 1,7	4 ->20	0,25-3,75
X	53	> 580	24 - 49	330-3500	0,05-0,15	0,13- 2	11 ->20	2 -3,75

### 6.1.3. Caratterizzazione delle falde

La caratterizzazione delle falde si è basata sulla misura di parametri sia chimici che idraulici. La suddivisione delle principali falde nel Portogruarese è riportata in Tabella 2.

Si è tentato inoltre di parametrizzare le falde suddividendole per fasce geografiche (fascia settentrionale, centrale e meridionale – si veda la Figura 12), con lo scopo di verificare la continuità dei valori misurati.

Da quanto riportato nelle tabelle si evidenzia in modo marcato un generale andamento crescente dalla fascia settentrionale verso la fascia meridionale per i valori di temperatura e conducibilità, soprattutto a partire dalla 4° classe (profondità 100-130 m). In particolare la temperatura e la conducibilità hanno valori molto alti nei pozzi della fascia meridionale.

La 2°, 3° e 4° falda sono state descritte in modo completo solo nella fascia settentrionale, poiché i dati disponibili per le fasce centrale e meridionale sono molto limitati e incompleti.

Le prevalenze rispetto al p.c., a parità di falda, sono più alte nella fascia settentrionale.

La 9° e 10° classe di profondità, per quanto concerne la qualità delle acque, la prevalenza e la portata spontanea, hanno valori sostanzialmente analoghi su tutto il Portogruarese.

La parametrizzazione delle singole falde, così come interpretata, permette di raggruppare in unità idrogeologiche le falde dotate di parametri chimico-fisici e idraulici simili fra loro.

Sono state così schematizzate 6 unità idrogeologiche principali, la cui parametrizzazione è sintetizzata in Tabella 4.

La distribuzione dei pozzi censiti per singola unità è cartografata in Figura 13. In Figura 14 viene invece sintetizzata la distribuzione dei pozzi secondo le fasce di profondità. Quanto di seguito scritto riguardante le sei unità idrogeologiche individuate nel Portogruarese è evidenziato nella Figura 13.

#### 1° unità

I pozzi censiti di questa unità (captanti la falda I°) sono abbastanza concentrati tra gli abitati di Concordia Sagittaria, Portogruaro e Teglio Veneto. Essi sono 102 e la loro limitata distribuzione areale può essere messa in relazione con le scadenti qualità chimico-fisiche delle acque. Le falde sono semiconfinatate-confinatate.

#### 2° unità

I pozzi censiti di questa unità (captanti la falda II°) sono concentrati nella fascia settentrionale dell'area d'indagine, al confine con la provincia di Pordenone, in prossimità degli abitati di Cinto Caomaggiore, Gruaro, Teglio Veneto, e delle frazioni di Villanova, Malafesta e S. Mauro in comune di San Michele al Tagliamento. I pozzi di tale unità sono 78 caratterizzati da acque prevalentemente potabili. Le falde di queste unità sono confinate e zampillanti con una prevalenza modesta (0-1,5 m).

#### 3° unità

I pozzi censiti di questa unità (captanti le falde III° e IV°) sono concentrati prevalentemente nel settore settentrionale dell'area d'indagine tra gli abitati di Cinto Caomaggiore, Gruaro e Fossalza di Portogruaro. Essi sono 60 caratterizzati da acque prevalentemente non potabili, soprattutto per l'eccesso di  $\text{NH}_4^+$ . Le falde di queste unità sono confinate e zampillanti con una prevalenza modesta (0-1,5 m).

#### 4° unità

I pozzi censiti di questa unità (captanti le falde V, VI e VII) hanno una distribuzione areale relativamente omogenea su tutta l'area di studio. Essi sono 547 caratterizzati da una

Figura 14. Istogramma di distribuzione pozzi-falde per il Portogruarese

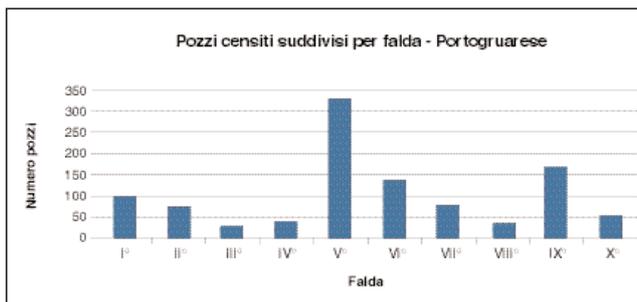


Tabella 3. Parametrizzazione delle falde per ciascuna delle tre fasce in cui è stato suddiviso il Portogruarese

<i>Parametrizzazione delle falde (fascia settentrionale)</i>						
<i>Prof. (m)</i>	<i>T (C°)</i>	<i>Cond. Elet. (μS/cm)</i>	<i>Fe (mg/l)</i>	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/l)</i>	<i>Prev. (m)</i>	<i>Q max (l/s)</i>
10- 20	13,6-14,9	800-970	0,16-1,96	0,41-1,84	no	no
35- 55	13,5-14,8	440-490	0,1 -0,65	0,2 -1,75	0,60- 1,55	0,04-0,25
60- 90	14,3-15,1	400-475	0,1 -0,63	1,34-2,4	0,60- 1,50	0,05-0,19
100-130	14,5-16,7	370-450	0,06-0,25	0,31-1,3	0,50- 1,45	0,03-0,12
150-240	15,5-18,5	350-440	0,05-0,3	0,1 -1,5	0,90- 5,40	0,02-1,11
250-315	16 -20,5	350-420	0,1 -0,3	0,5 -1,5	1,0 - 5,30	0,06-0,9
320-380	18,5-22	350-450	0,06-0,3	0,7 -1,66	2,0 - 4,20	0,16-1,11
400-460	23 -26	340-450	0,05-0,1	0,2 -0,8	1,5 - 4,0	0,5 -1,6
480-560	23 -27	320-380	0,01-0,22	0,07-1,0	11 ->20	2 -3,75
> 580	23 -26	340-380	no	no	17 ->21	3,75

<i>Parametrizzazione delle falde (fascia centrale)</i>						
<i>Prof. (m)</i>	<i>T (C°)</i>	<i>Cond. Elet. (μS/cm)</i>	<i>Fe (mg/l)</i>	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/l)</i>	<i>Prev. (m)</i>	<i>Q max (l/s)</i>
10- 20	14 -16	800-3800	1,1 -3,5	>3	no	no
35- 55	-	-	-	-	-	-
60- 90	-	-	-	-	-	-
100-130	-	-	-	-	-	-
150-240	15 -20	350- 480	0,05-0,3	0,3- 2,0	0,0 - 2,0	0,025 - 0,3
250-315	15,5-23,5	390- 535	0,05-0,3	1,3->3	0,0 - 1,2	0,02 - 0,5
320-380	17 -23	400- 500	0,1	0,8- 3,0	0,30- 3,8	0,1 - 0,5
400-460	20 -30	370- 600	0,03-0,1	0,4- 1,3	3,0 - 10,0	0,38
480-560	25 -31	340- 500	0,04-0,1	0,2- 1,8	10 ->20	0,2 - 2,5
> 580	24 -29	340- 480	0,05-0,15	0,2- 1,84	11 - 16,45	0,2 - 3

<i>Parametrizzazione delle falde (fascia meridionale)</i>						
<i>Prof. (m)</i>	<i>T (C°)</i>	<i>Cond. Elet. (μS/cm)</i>	<i>Fe (mg/l)</i>	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/l)</i>	<i>Prev. (m)</i>	<i>Q max (l/s)</i>
10- 20	15 -16	1500-2000	2 -3,55	>3	no	no
35- 55	-	-	-	-	-	-
60- 90	15,4-16,6	420- 720	0,1 -0,3	>3	-	-
100-130	17 -18,5	500- 700	0,1 -0,5	>3	0,0- 0,30	0,05-0,11
150-240	16 -25	400- 700	0,05-0,3	>3	0,0- 1,50	0,02-0,4
250-315	17,5-24	420- 610	0,05-0,3	2 ->3	0,0- 1,40	0,02-0,63
320-380	19 -26,8	450- 600	0,1 -0,3	>3	0,0- 1,45	0,15-0,8
400-460	19,5-46,5	500-1260	0,04-0,14	1,2 ->3	0,0- 1,50	0,06-1,3
480-560	29 -42	340- 680	0,02-0,26	0,26-1,6	5 ->20	2 -3,75
> 580	30 -46	2000-3800	0,02-0,1	0,13-2,0	7 ->20	2 -3,75

Tabella 4. Raggruppamento in sei unità idrogeologiche delle falde presenti nel sottosuolo del Portogruarese

<i>Unità</i>	<i>Prof. (m)</i>	<i>T (C°)</i>	<i>C (μS/cm)</i>	<i>Fe (mg/l)</i>	<i>NH<sub>4</sub> (mg/l)</i>	<i>Prev. (m)</i>	<i>Q max (l/s)</i>
1	10- 20	13,8-16,3	820-3600	0,7 -3,20	0,4 ->3	no	no
2	35- 55	13,5-15	425- 490	0,1 -0,6	0,2 - 1,55	0,6- 1,5	0,04-0,25
3	60-130	14,3-15,7	400- 502	0,1 -0,63	1,34->3	0,6- 1,5	0,03-0,19
4	150-380	14,8-25	340- 560	0,04-3	0,1 ->3	0- 5	0,01-0,6
5	400-460	19 -40	370- 630	0,04-0,16	0,4 ->3	1,5- 4	0,3 -2
6	> 480	23 -49	320-3500	0,06-0,3	0,1 - 2	4 ->20	2 -3,75

generale non potabilità dell'acqua, soprattutto per l'eccesso di  $\text{NH}_4^+$ . Le falde di queste unità sono confinate e zampillanti con una prevalenza buona (0-5 m).

#### 5° unità

I pozzi censiti di questa unità (captanti la falda VIII) hanno una distribuzione areale concentrata prevalentemente nel settore meridionale-orientale tra gli abitati di Cesarolo, IV Bacino e Bibione in comune di San Michele al Tagliamento. Essi sono 32 e sono caratterizzati da acque non potabili per l'eccesso di  $\text{NH}_4^+$ . Le falde di queste unità sono confinate e zampillanti con una prevalenza buona (0-5 m).

#### 6° unità

I pozzi censiti di questa unità (captanti la falda IX e X) sono concentrati prevalentemente nel settore centrale e nord-occidentale, tra gli abitati di Concordia Sagittaria, Annone Veneto, Cinto Caomaggiore e Teglio Veneto. Un'altra zona particolarmente densa è nel settore sud-orientale, tra le frazioni di Cesarolo, Brussa e Bevazzana in comune di San Michele al Tagliamento e di Caorle. I pozzi censiti sono 223 e sono generalmente caratterizzati da alti valori di pressione e di portate spontanee. Nella zona meridionale sono presenti acque termali. Qualitativamente risultano potabili le acque della zona settentrionale. Le falde di queste unità sono confinate e zampillanti con una prevalenza notevole (5->20 m).

### 6.1.4. Sintesi sull'idrogeologia del Portogruarese

Vaste parti di quest'area contengono importanti e ricche risorse idriche sotterranee. Infatti il territorio presenta varie falde alloggiare in acquiferi confinati sovrapposti. Particolare importanza riveste l'area settentrionale, dove generalmente le acque risultano potabili e di buona qualità (oltre che quantitativamente importanti), e un vasto settore nella parte meridionale, dove si localizzano a profondità superiori ai 400 metri acque termali contenute in acquiferi in pressione.

Il numero totale dei pozzi censiti è di 1120 con una distribuzione relativamente omogenea su tutta l'area d'indagine, e una maggiore concentrazione nel settore settentrionale, sopra l'allineamento degli abitati di Annone Veneto, Portogruaro e S. Michele al Tagliamento.

Il territorio è quasi interamente servito dalla rete acquedottistica pubblica che fa capo ai Consorzi del Basso Livenza e del Basso Tagliamento. I pozzi di questi consorzi sono ubicati in provincia di Pordenone (eccetto un pozzo ubicato in località Bagnara di Gruaro di proprietà dell'acquedotto del Basso Livenza). Le sole zone prive del servizio acquedottistico sono in prossimità o all'interno della zona di Valle Zignago e della Laguna di Caorle.

La profondità dei pozzi sfruttati per l'approvvigionamento idrico autonomo varia da 10 m a 600 m e il

79% di essi è caratterizzato da erogazione spontanea. Il prelievo misurato complessivo d'acqua del Portogruarese è di circa 14.720.000 m<sup>3</sup>/anno, che corrisponde a 467 litri/secondo (stimabile pari al 80% del totale).

Le falde quindi sono confinate e in pressione. Le più intensamente sfruttate sono la V, la VI e IX con rispettivamente 329, 139, 170 pozzi, pari complessivamente al 61% del totale pozzi censiti. In particolare la falda maggiormente sfruttata è la IX (480-560 m) con un prelievo di circa 5.450.000 m<sup>3</sup>/anno, pari al 39% del consumo totale. A questa fa seguito la V falda (150-240 m) con un prelievo di 2.500.000 m<sup>3</sup>/anno, pari al 18% del consumo totale.

L'acqua emunta è prevalentemente utilizzata per scopi domestici (56% dei pozzi censiti), cui fa seguito l'utilizzo irriguo, con il 14% e le fontane pubbliche con il 10%<sup>1</sup>.

L'acqua in riferimento alle concentrazioni di Fe,  $\text{NH}_4^+$  e salinità è generalmente non potabile per l'alto contenuto di  $\text{NH}_4^+$ . La zona in cui sono presenti acque potabili è nella fascia settentrionale dell'area d'indagine, relativamente alla II, IX e X falda.

I pozzi della fascia centro-meridionale, con profondità superiori a 400 m, erogano acque calde termali (si veda il capitolo 11). L'area termale delimitata dall'isoterma 30°C in Tavola 6 segue l'allineamento degli abitati di Concordia Sagittaria, San Michele al Tagliamento a nord, il fiume Tagliamento a est, Bibione a sud e l'allineamento Concordia Sagittaria, Ottava Pressa, Caorle a ovest. Le acque dei pozzi termali sono generalmente dotate di alti valori di portata, pressione, conducibilità elettrica e  $\text{NH}_4^+$ . L'area termale prosegue oltre il Tagliamento in provincia di Udine.

Lo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee è nel complesso inferiore a quello di altre aree della Provincia (area di Scorzè-Noale-Martellago, vedi paragrafo 6.3) e di altre aree della Media Pianura Veneta (area della Media Pianura Veneta nelle province di Vicenza, Padova e Treviso), tuttavia mostra un andamento crescente che andrà attentamente monitorato per evitare che lo sviluppo di fenomeni di sovrasfruttamento degli acquiferi (di cui si hanno già vari indizi) portino al depauperamento di questa importante georisorsa.

<sup>1</sup> Con questo termine si indicano i numerosi pozzi artesiani sparsi in tutto il territorio provinciale che precedentemente alla costruzione delle reti acquedottistiche garantivano l'approvvigionamento idrico di paesi e frazioni.

## 6.2. SANDONATESE

### 6.2.1. Generalità

Il territorio relativo a questa seconda area (Figura 9) fa parte della porzione nord-orientale della provincia di Venezia e comprende i seguenti 10 comuni: Caorle (parte a Ovest del Fiume Livenza), Ceggia, Eraclea, Fossalta di Piave, Jesolo, Meolo, Musile di Piave, Noventa di Piave, San Donà di Piave e Torre di Mosto. Il sottosuolo è caratterizzato geologicamente da una successione di litotipi prevalentemente argillosi e limosi alternati a livelli sabbiosi aventi estensione laterale e verticale alquanto discontinua e variabile; questi terreni hanno uno spessore complessivo superiore ai 600 metri.

Le vicende geologiche e geomorfologiche del Sandonatese sono strettamente legate all'origine della Pianura Veneto-Friulana, che si è formata dalla sedimentazione successiva di depositi terrigeni terziari e quaternari di ambiente continentale e marino. Lo spessore di questi depositi varia da 600 a oltre 1000 metri in funzione dell'assetto del substrato roccioso e della sua evoluzione geodinamica. L'area è stata soggetta a movimenti tettonici succedutisi nel tempo in maniera variabile per direzione e intensità; tali movimenti hanno determinato un debole abbassamento relativo, protrattosi sino alla fine del Pleistocene superiore, cui è seguito un sollevamento relativo più intenso nella fascia pedemontana, documentato dai terrazzamenti e dalle migrazioni dei principali corsi d'acqua. Tuttora l'intera zona è interessata da faglie attive normali e trascorrenti sepolte dalla copertura sedimentaria, aventi direzione NW-SE (si veda la Figura 4).

In questa parte del territorio sono state raccolte oltre 30 stratigrafie con profondità superiore ai 30 metri, ricavate prevalentemente durante la terebrazione di pozzi idrici; esse sono distribuite abbastanza omogeneamente e con buona densità solo nella parte occidentale e meridionale dell'area indagata, lasciando la parte orientale e settentrionale abbastanza scoperta e quindi con pochi dati a disposizione.

Da un'analisi di questi dati il sottosuolo risulta essere costituito da un'alternanza di litotipi prevalentemente argilloso-limosi a bassa o bassissima permeabilità e di litotipi sabbiosi e sabbioso-limosi a permeabilità media o bassa con una prevalenza in percentuale dei termini più coesivi rispetto a quelli granulari. Intercalati a questi litotipi si rilevano molto spesso, e in tutto il territorio, degli orizzonti torbosi più o meno mineralizzati principalmente nei terreni più superficiali.

La situazione idrogeologica locale è condizionata da forti spessori di materiali argilloso-limosi che riducono drasticamente la permeabilità verticale (acqui-

di); in essi si intercalano letti prevalentemente sabbioso-limosi e livelli sabbiosi sovrapposti sedi di falde idriche in pressione, aventi comunque una potenzialità molto bassa.

In tutta l'area indagata risulta presente una falda superficiale di tipo freatico o localmente dotata di debole risalienza, la cui soggiacenza è di pochi metri dal piano campagna. Tale falda, come già osservato, non è stata presa in considerazione nel presente studio.

### 6.2.2. Struttura stratigrafica di dettaglio

L'esiguo numero di stratigrafie effettivamente utilizzabili ha reso alquanto difficile l'interpretazione dei profili e l'elaborazione di correlazioni stratigrafiche fra orizzonti omogenei e continui per la definizione dell'assetto strutturale del sottosuolo, già di per sé caratterizzato da un'estrema variabilità nella successione dei litotipi. Si è scelto quindi di evidenziare solo i livelli acquiferi aventi un'estensione orizzontale discreta tralasciando le interpretazioni troppo forzate, fantasiose e difficilmente giustificabili. Inoltre la diversità e approssimazione dei termini utilizzati nella redazione delle colonne stratigrafiche e la scarsità o il troppo dettaglio impiegati nella definizione dello spessore dei litotipi hanno portato a semplificare la rappresentazione dei terreni nella loro successione, cercando di raggruppare in livelli significativi i terreni che avevano comunque caratteristiche omogenee.

Si riportano 4 profili stratigrafici, le cui sezioni sono tracciate in Tavola 1. In ogni profilo sono riportate le stratigrafie «semplificate» mettendo in evidenza i livelli permeabili sabbiosi, sabbioso-limosi e ghiaiosi alternati agli orizzonti impermeabili o semipermeabili argilloso-limosi. Le profondità delle terebrazioni sono state riferite al «piano campagna» essendo l'area esaminata pianeggiante e con dislivelli trascurabili.

I profili riportati nella Tavola 3 sono:

#### *Profilo S1*

Direzione W-E

Da località di Santa Maria di Piave alla località Porto di Cortellazzo (Jesolo)

#### *Profilo S2*

Direzione NW-SE

Da località di Zenson di Piave alla località Porto di Cortellazzo (Jesolo)

#### *Profilo S3*

Direzione SW-NE

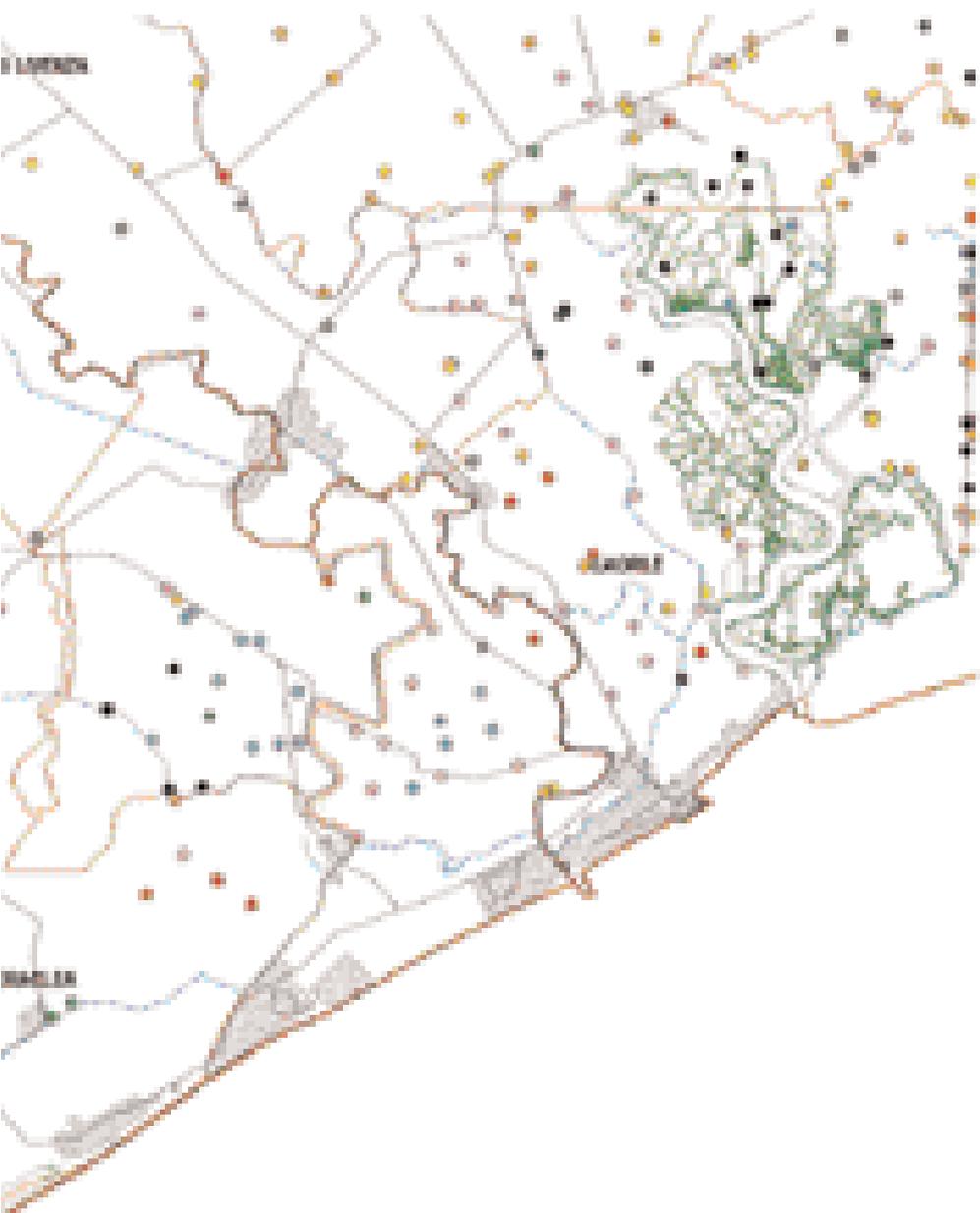
Da località di Ca' Mutera di Eraclea al comune di Caorle

#### *Profilo S4*

Direzione N-S

Da località di Biverone di San Stino di Livenza alla località Ca' Trinchet di Jesolo.





### Legenda

- |                  |   |   |
|------------------|---|---|
| Area indagata    | Case di colmata                               | Pozzi con profondità compresa tra 100 - 131 m |
| Confini comunali | Darsene naturali                              | Pozzi con profondità compresa tra 173 - 208 m |
| Ferrovie         | Pozzi con altre profondità                    | Pozzi con profondità compresa tra 210 - 251 m |
| Strade           | Pozzi con profondità compresa tra 16 - 23 m   | Pozzi con profondità compresa tra 260 - 321 m |
| Fiumi            | Pozzi con profondità compresa tra 58 - 65 m   | Pozzi con profondità compresa tra 322 - 700 m |
| Area urbana      | Pozzi con profondità compresa tra 75 - 100 m  |   |
| Isole e laguna   | Pozzi con profondità compresa tra 100 - 131 m |   |

scala 1:125.000

Figura 15. Distribuzione dei pozzi censiti nel Saronatese suddivisi per classe di profondità

Da una prima lettura dei profili emerge la grande disuniformità della struttura stratigrafica e idrogeologica, con una netta predominanza dei termini argilloso-limosi a bassa permeabilità e l'esigua estensione orizzontale dei livelli acquiferi sabbiosi. Questi il più delle volte sono caratterizzati da una scarsissima continuità sia verticale che laterale; infatti i diversi litotipi risultano fra loro sovrapposti o interdigitati lateralmente.

La spiccata alternabilità dei motivi deposizionali, conseguente alle veloci modificazioni ambientali che ha subito questo territorio nel tempo, è resa evidente dalla discontinuità degli orizzonti acquiferi, caratterizzati da un'estensione laterale limitatamente «locale».

Nella Tabella 5 si riportano gli orizzonti acquiferi principali individuati nei diversi profili.

In sintesi, solo l'acquifero presente da una profondità di 105-120 m dal p.c. sino alla profondità di 150-170 metri sembra avere una discreta continuità sull'intero territorio del Sandonatese. Esso è costituito da materiali a granulometria prevalentemente sabbiosa o sabbioso-limoso aventi uno spessore variabile da zona a zona.

Infine, orizzonti acquiferi ghiaiosi sono stati individuati a una profondità superiore ai 500 metri nei pressi di Noventa di Piave e in località Ca' Corniani nel comune di Caorle.

### 6.2.3. Caratterizzazione delle falde

Si è evidenziata la mancanza di una continuità laterale degli orizzonti acquiferi principali i quali sono caratterizzati da un'estensione orizzontale prettamente «locale» e da spessori alquanto variabili. Per questo motivo si è cercato di individuare le falde acquifere più importanti soprattutto in relazione all'entità del loro sfruttamento (numero di pozzi che prelevano da esse), confrontando comunque questi dati con le informazioni ricavate dalle stratigrafie e dalle misure chimico-fisiche effettuate sull'acqua.

In base alle informazioni disponibili, i pozzi con profondità nota o stimabile sono 166, pari al 95% del totale censito; di questi, 161 sono stati suddivisi in classi di profondità che, confrontate con i dati litostratigrafici e i profili stratigrafici, hanno permesso l'individuazione e la parametrizzazione di 9 falde acquifere principali<sup>2</sup>.

Nella Figura 15 si riporta la distribuzione dei pozzi nel territorio in esame in relazione alla classe di

Tabella 5. *Principali acquiferi individuati nei 6 profili stratigrafici del Sandonatese*

Profilo N°	Tipologia acquiferi	Profondità tetto (m)	Profondità letto (m)
S1	Libero/ semiconfinato	0	20- 30
	Confinato	105	115
	Confinato	140-148	?
S2	Libero/ semiconfinato	0-10	15- 50
	Confinato	110-154	150-165
S3	Confinato	40- 50	60- 75
	Confinato	95-125	145-150
	Confinato	165-225	215-?
S4	Confinato	35- 45	80
	Confinato	105-120	150-?

profondità di appartenenza. La mancanza di 12 pozzi rispetto ai 173 censiti è dovuta all'assenza di informazioni riguardanti la profondità, oppure perché non ricadono in alcuna delle classi così suddivise.

Le principali falde acquifere individuate sono le seguenti:

#### *Prima falda (libera o semiconfinata)*

Comprende tutti i pozzi aventi una profondità tra i 10 e i 23 metri che intercettano alcuni orizzonti acquiferi costituiti prevalentemente da sabbie fini sedi di falde libere o a debole pressione. I pozzi censiti sono 18 e sono presenti solo nella parte nord-occidentale dell'area, evidenziandone la limitata estensione laterale. Il livello statico varia da alcuni metri sotto il piano campagna a poco più di 1 metro di prevalenza.

#### *Seconda falda*

Comprende 19 pozzi censiti aventi una profondità tra 58 e 65 metri. Ha una distribuzione areale discontinua e limitata soprattutto alla parte sud-orientale dell'area; è costituita da orizzonti sabbiosi con spessori abbastanza uniformi sedi di falde oramai depressurizzate dotate di debole prevalenza.

#### *Terza falda*

Questa falda è raggiunta da 17 pozzi censiti ubicati prevalentemente nella fascia settentrionale dell'area studiata e compresi tra 75 e 103 metri di profondità, che intercettano livelli di sabbie da fini a medie alloggianti falde in pressione, ma con debole prevalenza sopra il p.c.

#### *Quarta falda*

Questa falda, in pressione, con una debole prevalenza sul p.c., è compresa tra 109 e 131 metri di profondità ed è intercettata da 21 pozzi. Essa è contenuta in livelli di sabbia prevalentemente fine. Ha una distribuzione areale abbastanza continua su tutto il territorio, soprattutto nella parte sud-orientale. Essa si estende nella limitrofa area sud-occidentale dove è abbondantemente sfruttata, lungo il litorale del Cavallino, a scopo irriguo (si veda il paragrafo 6.3).

<sup>2</sup> Va osservato che il termine «falda» qui non vuole indicare la presenza di orizzonti acquiferi continui. Infatti, come descritto più avanti, solo la quinta e la sesta falda sono continue su tutto il territorio del Sandonatese.

### Quinta falda

La quinta falda comprende 23 pozzi aventi una profondità tra 137 e 171 metri, che intercettano orizzonti acquiferi prevalentemente sabbiosi fini, con spessori molto variabili da zona a zona, sedi di circolazione idrica in pressione. Questa falda ha una distribuzione areale continua su tutto il territorio ed è tra le più produttive e maggiormente sfruttate.

### Sesta falda

Comprende 28 pozzi profondi da 173 a 206 metri che raggiungono livelli di sabbie medie e grosse, sedi di falde in pressione talora con una limitata prevalenza (inferiore a 1,5 metri). Essa è la più sfruttata avendo un'estensione laterale continua su tutto il territorio in esame.

### Settima falda

Questa falda è intercettata da 16 pozzi aventi una profondità compresa tra 210 e 251 metri. Essa è contenuta in livelli sabbiosi aventi un'estensione laterale discontinua; infatti sono assenti nella porzione centrale e sud-orientale dell'area.

### Ottava falda

I 10 pozzi che sfruttano questa falda raggiungono profondità comprese tra 260 e 321 metri intercettando livelli di sabbia prevalentemente media, sedi di circolazione idrica in pressione. La distribuzione areale di questi orizzonti acquiferi è limitata prevalentemente alla fascia settentrionale dell'area.

### Nona falda

In questa fascia si sono raggruppati i livelli permeabili costituiti da sabbie medie e ghiaie compresi tra una profondità di 322 e 700 metri, intercettati da 9 pozzi censiti. Questi orizzonti sono sedi di falde acquifere a elevata pressione con una prevalenza superiore ai 10 metri dal p.c. I pozzi forniscono una elevata portata spontanea, che comunque tende a diminuire abbastanza velocemente nel tempo. La loro distribuzione areale è limitata alla fascia settentrionale dell'area.

In Figura 16 viene sintetizzata la distribuzione dei pozzi secondo le fasce di profondità.

Analizzando la distribuzione dei pozzi nel territorio, in relazione al loro raggruppamento in fasce di pro-



Figura 16. Istogramma di distribuzione pozzi – falde nel Sandonatese

fondità, emerge che la quinta e la sesta falda comprese tra 137 e 206 metri di profondità e, in minor modo, la quarta sono quelle maggiormente sfruttate e dotate di una distribuzione areale abbastanza continua su tutto il Sandonatese.

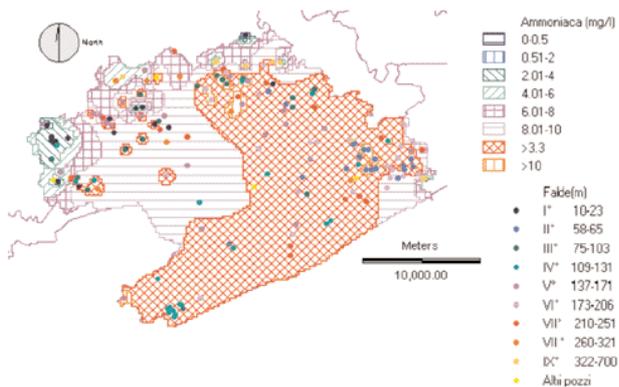
Per quanto riguarda i pozzi con profondità superiore ai 260 metri, si evidenzia che essi sono alimentati da falde (ottava e nona) che hanno un'estensione orizzontale limitata alla fascia settentrionale e sono in continuità laterale con le falde acquifere descritte nelle parti relative al Portogruarese (paragrafo 6.1) e l'area centrale (paragrafo 6.3). Queste falde sembrano diminuire progressivamente la loro produttività procedendo verso sud-est a causa della riduzione della permeabilità dei terreni in cui esse sono alloggiare, conseguente al passaggio graduale a termini con granulometria sempre più fine.

Per quanto riguarda la caratterizzazione idraulica di ogni singola falda, sono stati considerati i dati relativi alla portata spontanea e alla prevalenza rispetto al piano campagna, mentre per la parametrizzazione chimico-fisica sono stati considerati i valori di temperatura, conducibilità elettrica, contenuto in ferro e ammoniaca.

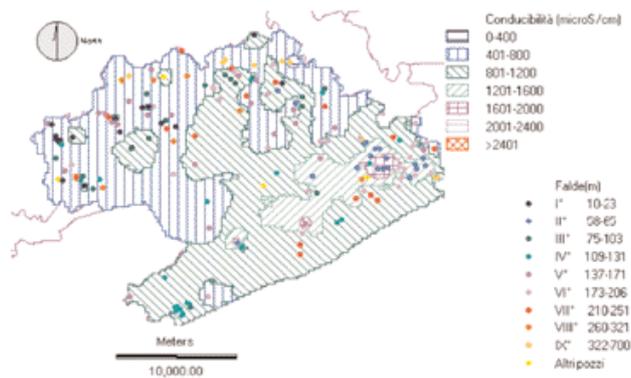
Nella Tabella 6 è riportata una sintesi dei dati relativi ai parametri misurati durante i sopralluoghi indican-

Tabella 6. Schema riassuntivo delle principali falde acquifere del Sandonatese

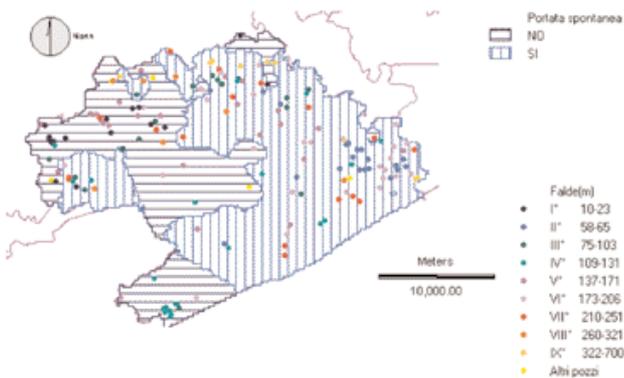
Falde N°	Pozzi N°	Profondità (m)	Temp. (°C)	Cond. elet. (µS/cm)	Fe (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Prevalenza (m)	Q spont. max (l/s)
I	18	10- 23	11,0-15,4	437-1111	0,05-4,82	0,16->10	No - 1,4	0,02 -0,02
II	19	58- 65	13,3-14,8	772-2300	0,0 -4,18	>3,3 ->10	0,05- 1,7	0,01 -0,33
III	17	75-103	14,1-16,3	594-1427	0,24-2,16	0,8 ->10	0,0 - 1,35	0,041-0,083
IV	21	109-131	15,0-16,5	611-1100	0,03-1,56	9,0 ->10	0,3 - 1,31	0,03 -0,25
V	23	137-171	12,4-18,1	456-1722	0,09-2,22	3,5 ->10	0,0 - 1,85	0,042-0,25
VI	28	173-206	14,2-18,4	485-1745	0,0 -3,14	4,0 ->10	0,1 - 1,29	0,01 -0,27
VII	16	210-251	16,1-21,7	458-1557	0,0 -1,0	4,5 ->10	0,0 - 2,0	0,06 -3,3
VIII	10	260-321	14,9-19,9	464-1245	0,04-0,7	2,8 ->10	0,13- 1,5	0,05 -0,5
IX	9	322-700	20,5-30,6	368-762	0,0 -0,46	1,04-> 3,3	10,0 -20,0	0,4 -4,0



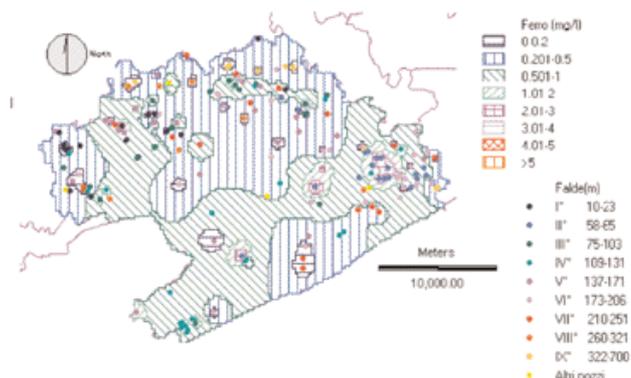
1. Distribuzione areale dei valori di concentrazione di ammoniaca e profondità dei pozzi censiti



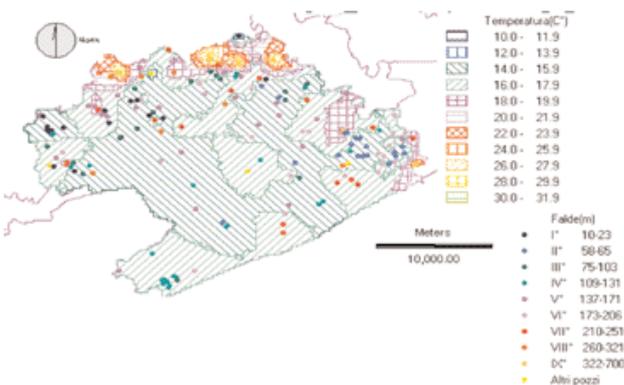
2. Distribuzione areale dei valori di conducibilità elettrica e profondità dei pozzi censiti



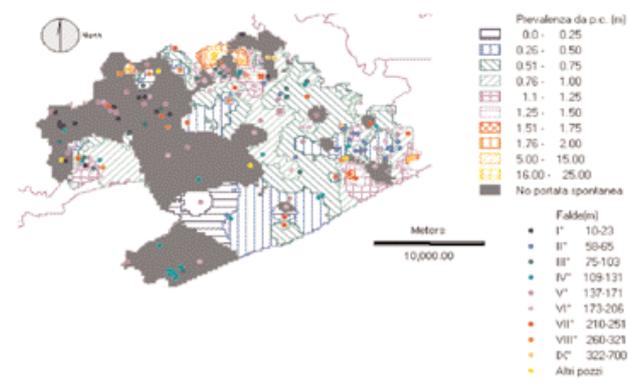
3. Distribuzione areale dei pozzi con portata spontanea



4. Distribuzione areale dei valori di concentrazione del ferro e profondità dei pozzi censiti



5. Distribuzione areale dei valori di temperatura



6. Distribuzione areale della prevalenza rispetto al piano campagna

Figura 17. Distribuzione di alcuni parametri nel Sandonatese

do, per ogni singola falda, i valori normali<sup>3</sup> di minimo e di massimo<sup>4</sup>. Questi dati permettono la parametrizzazione delle nove falde acquifere in relazione ad alcuni aspetti qualitativi e idraulici che vengono riportati in sintesi nella Tabella 6.

Nella Figura 17 sono rappresentati alcuni tematismi elaborati mediante metodologie di gestione informatizzata dei dati territoriali che hanno consentito il confronto della distribuzione areale di alcuni parametri chimico-fisici delle acque in relazione alla profondità dei pozzi censiti. Questo tipo di elaborazione è stata svolta solo per il Sandonatese date le sue peculiari caratteristiche idrogeologiche.

Si è scelto di applicare e mettere a punto queste metodologie G.I.S. (*Geographic Information System*) poiché le caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee del Sandonatese risultano condizionate da fattori geologici e idrogeologici prettamente locali e molto spesso indipendenti dalla profondità degli acquiferi stessi; da ciò l'esigenza di uno strumento che ci consentisse di analizzare ed evidenziare la variazione di questi parametri in relazione al territorio più che alla profondità.

L'ubicazione dei pozzi è stata digitalizzata su base raster georeferenziata delle CTR alla scala 1:10.000 utilizzando il software *Apic for Windows*. Questi dati sono stati poi trasferiti per essere elaborati mediante il G.I.S. *Idrisi 2.0 for Windows*. Successivamente abbiamo collegato le informazioni (alfanumeriche) raccolte per ogni singolo pozzo in un apposito foglio *database* alle rispettive ubicazioni georeferenziate rispetto la cartografia di base.

I dati sono stati filtrati ed estratti all'interno di determinati intervalli stabiliti, l'interpolazione invece è stata effettuata in automatico mediante algoritmi matematici utilizzati dal software *Idrisi for Windows*. Queste successive fasi di lavoro ci hanno permesso di sviluppare ed elaborare mediante interpolazione matematica alcuni tematismi (Figura 17) al fine di poter analizzare e rappresentare graficamente la loro distribuzione areale o la loro frequenza.

Bisogna comunque ricordare che l'interpolazione matematica utilizzata per la definizione delle diverse classi areali ci ha fornito una rappresentazione semplificata e non esente da errori rispetto alla reale variazione dei parametri chimico-fisici misurati; infatti

<sup>3</sup> Nell'elaborazione dei *range* sono stati esclusi quei valori che si discostavano troppo dalla normalità oppure che non si è potuto verificare.

<sup>4</sup> Per il parametro ammonica in genere il valore massimo viene indicato come >10.0 mg/l, in quanto tale valore è il limite dello strumento utilizzato; molto di frequente nelle acque sotterranee di quest'area tale valore viene superato.

questa metodologia di elaborazione non ci ha consentito di intervenire in maniera specifica e mirata nell'elaborazione delle carte e di considerare alcuni aspetti idrogeologici e stratigrafici emersi durante lo studio, quali la discontinuità degli orizzonti acquiferi sia verticale che laterale e la variabilità degli spessori dei litotipi; questi elementi sarebbero comunque stati difficilmente utilizzabili anche in altre analisi.

D'altronde l'utilizzo di un G.I.S. ci ha permesso di gestire una grande quantità di informazioni che possono periodicamente essere aggiornate al fine di valutare e monitorare l'evoluzione di alcuni fenomeni legati alla qualità delle acque e alle caratteristiche idrauliche delle falde acquifere.

Le diverse elaborazioni sono state realizzate esclusivamente in base ai parametri misurati durante il sopralluogo ai pozzi e hanno messo in evidenza la distribuzione per classi della concentrazione rispettivamente di *ferro*, *ammoniacale* e della *conducibilità elettrica*; inoltre sono state considerate la *temperatura*, la *portata spontanea* e la *prevalenza* rispetto al piano campagna. In ogni carta sono riportate anche le ubicazioni dei pozzi, suddivise secondo le fasce di profondità precedentemente descritte, al fine di poter evidenziare possibili relazioni tra la variazione dei parametri misurati e la profondità.

Analizzando i tematismi riportati in Figura 17 si evince che la variazione dei parametri chimici delle acque, nel Sandonatese, è sostanzialmente indipendente dalla profondità degli acquiferi interessati. Infatti all'interno di aree con concentrazione di *ferro*, *ammoniacale* e *conducibilità elettrica* costante troviamo pozzi che attingono a falde poste a differenti profondità.

La caratterizzazione chimica delle falde dipenderebbe quindi da fattori geologici e idrogeologici sostanzialmente locali in special modo per quanto riguarda le classi di profondità comprese tra i 10 e i 250 metri.

Osservando la distribuzione areale della concentrazione di *ammoniacale* si evidenzia come questo parametro sia di fatto indipendente dalla profondità a eccezione dei pozzi che prelevano dalla IX falda, nei quali si rilevano valori considerevolmente più bassi. I tenori di  $\text{NH}_4^+$  variano invece a seconda di dove sono localizzati i punti di estrazione. Nei territori comunali di Meolo, Fossalta di Piave e Ceggia si registrano i valori più bassi che si attestano tra i 2 e i 4 mg/l per poi crescere progressivamente procedendo verso sud. Analogo comportamento, ma con una diversa distribuzione delle classi, lo riscontriamo nell'analisi delle variazioni della concentrazione di ferro. I valori più elevati, pari a 4.0 mg/l, si rilevano nella porzione sud-orientale del territorio mentre sono alquanto variabili e disomogenei nel rimanente territorio.

Analizzando la rappresentazione relativa alla *conduci-*

*bilità elettrica* risulta evidente che i valori aumentano procedendo da nord a sud a prescindere dalla profondità degli acquiferi interessati, probabilmente a causa della migrazione di acqua marina nel sottosuolo.

La *temperatura* invece, condizionata da un gradiente geotermico «normale», è in funzione (anche se spesso non lineare) con la profondità, specialmente per quanto riguarda gli acquiferi più profondi presenti nella fascia settentrionale e nella porzione sud-orientale dell'area.

I pozzi con *portata spontanea e prevalenza* al di sopra del piano campagna sono maggiormente concentrati nella parte orientale, meridionale e, limitatamente, in una porzione di territorio posto a nord-ovest tra i comuni di Musile di Piave e Meolo; in queste aree la pressione delle falde acquifere è spesso determinata anche dalla esistenza di gas.

Questi dati ci portano a ritenere che la qualità delle acque sotterranee in questa zona sia influenzata non tanto dalle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni presenti nelle aree di ricarica, ma soprattutto da quelle relative ai litotipi locali. Queste acque, la cui provenienza rimane tuttora ignota, probabilmente hanno alloggiato per lunghi periodi nel sottosuolo favorendo in tal modo l'interscambio con i livelli organici. Ciò giustificerebbe l'elevato contenuto di ammoniaca associato spesso alla presenza di gas che, come abbiamo visto, specialmente nella parte centrale e meridionale dell'area, condiziona la prevalenza delle falde stesse.

L'origine «antica» di queste falde spiegherebbe inoltre la loro rapida perdita di carico che ne ha determinato il progressivo esaurimento, essendo l'attuale ricarica insufficiente.

Infine si rileva che a profondità superiore ai 300 metri le falde hanno caratteristiche idrauliche e chimiche differenti, oltre che qualitativamente migliori, rispetto quelle più superficiali, soprattutto nella parte settentrionale dell'area; esse sono probabilmente regolate da una circolazione idrica profonda indipendente la cui dinamica, non ancora del tutto nota a causa del modesto numero di pozzi che attingono a essa, è probabilmente regolata dalle dispersione del Piave e del Livenza.

#### 6.2.4. Sintesi sull'idrogeologia del Sandonatese

In questa parte della provincia sono stati censiti 173 pozzi. Essi sono distribuiti abbastanza uniformemente nell'intero territorio, a esclusione dell'area centrale compresa tra i territori comunali di Jesolo, Eraclea, San Donà di Piave e Musile di Piave, dove risultano abbastanza rari.

La maggior parte dei pozzi (43%) attinge alla IV, V e VI falda, comprese tra i 109 e i 206 metri di profondità. Queste falde sono prevalentemente artesiane nella parte orientale del territorio, mentre a ovest sono risalienti. Complessivamente sono caratterizzate da una rapida depressurizzazione e da basse portate, spesso inferiori a 1 l/s.

Non avendo dati sufficientemente completi e attendibili relativi alle portate emunte, è stata effettuata una stima sui consumi in base ai valori riportati nelle auto-denunce e misurati durante i sopralluoghi.

Le falde maggiormente sfruttate risultano essere la IX (322-700 metri) e la VI (173-206 m), con un prelievo annuo rispettivamente di 479.394 m<sup>3</sup>/anno, pari al 55% del consumo totale, e 92.692 m<sup>3</sup>/anno, pari al 11%.

Il consumo in quest'area, peraltro estremamente modesto, è stato calcolato di 977.616 m<sup>3</sup>/anno, pari a 31 l/s.

La qualità delle acque estratte è complessivamente scadente o pessima relativamente alle concentrazioni di NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e Fe. Per quanto riguarda l'ammoniaca, le concentrazioni risultano quasi totalmente (98%) superiori (e spesso notevolmente) ai limiti di potabilità, mentre la concentrazione in ferro rientra nei limiti di potabilità solo in 26 pozzi (21%).

A causa della scadente qualità delle acque, i pozzi non sono utilizzati per scopi potabili; tutto il Sandonatese è servito da rete acquedottistica, i cui punti di prelievo sono ubicati esternamente al territorio provinciale. L'area è servita dal Consorzio Acquedotto Basso Piave, eccezion fatta per il comune di Meolo servito dal Consorzio Acquedotto Sile-Piave.

La maggior parte delle acque estratte è per uso domestico (33%), industriale (18%) e irriguo (16%); vi sono comunque molti pozzi non utilizzati e abbandonati (23%). Va notata la presenza di alcuni pozzi profondi 500-600 metri che forniscono acqua a temperature di oltre 25°C.

Le risorse idriche del sottosuolo nel Sandonatese risultano alquanto mediocri da un punto di vista qualitativo e quantitativo e non utilizzabili se non per usi secondari, quali industriale, zootecnico e irriguo. Gli acquiferi, specialmente nei comuni di Jesolo, Eraclea e Caorle, sono costituiti da livelli sabbiosi a limitata estensione laterale aventi conducibilità idraulica modesta; essi sono sedi di falde a ricarica lenta. Nella parte settentrionale del territorio vi sono falde relativamente più produttive, specialmente oltre i 300 metri di profondità, che permettono l'estrazione di acque meno scadenti qualitativamente, ma sempre condizionate dall'eccesso di ammoniaca, che ne preclude la potabilità, e da una progressiva depressurizzazione.

### 6.3. AREA CENTRALE (MIRANESE, RIVIERA DEL BRENTA, VENEZIANO)

#### 6.3.1. Generalità

Il territorio relativo a questa terza area (Figura 9) comprende 21 comuni: Campagna Lupia, Campo-longo Maggiore, Camponogara, Cavallino-Treporti<sup>5</sup>, Dolo, Fiesso d'Artico, Fossò, Marcon, Martellago, Mira, Mirano, Noale, Pianiga, Quarto d'Altino, Salzano, Santa Maria di Sala, Scorzè, Spinea, Stra, Venezia, Vigonovo.

In generale l'idrogeologia di questa terza zona è caratterizzata dalla presenza di una modesta falda freatica e di varie falde confinate in pressione, che in prima approssimazione diminuiscono in spessore, potenzialità e numero procedendo verso sud.

La costituzione del sottosuolo è nota, in un punto vicino al settore meridionale all'area stessa, fino a profondità di oltre 2.000 m. Le informazioni sono state fornite da un pozzo esplorativo e da studi geofisici. Lo spessore dei depositi quaternari risulta assai considerevole, compreso tra circa 700 e 1000 m.

Per quanto riguarda profondità inferiori, che interessano la ricerca in oggetto (primi 400 m di profondità), i dati stratigrafici disponibili sono piuttosto scarsi e limitati essenzialmente ai comuni di Scorzè e Venezia. Secondo tali dati il sottosuolo risulta costituito da materiali sciolti di granulometria compresa tra le argille e le sabbie grosse e, nella zona del Miranese, da ghiaie.

Questa struttura stratigrafica, comune a tutta la Media e Bassa Pianura Veneta, caratterizzata come si è detto dalla presenza di materiali sciolti di diversa granulometria, compresa tra le argille e le ghiaie, determina livelli con permeabilità variabilissima, sovrapposti e talora variamente interdigitati o in eteropia laterale.

La situazione idrogeologica è caratterizzata da un sistema a più falde sovrapposte e in pressione, alloggiato nei materiali più permeabili (sabbie), separate da letti di materiali argillosi praticamente impermeabili. Risulta inoltre sempre presente, in questa zona, una falda superficiale di tipo freatico, la cui superficie è posta appena al di sotto del piano campagna. Molto spesso più che di una singola falda freatica è corretto riferirsi a un insieme di piccole falde superficiali in comunicazione idraulica tra loro e talora dotate di debole pressione.

<sup>5</sup> Costituito dopo la conclusione dell'indagine; prima era accorpato a quello di Venezia.

#### 6.3.2. Struttura stratigrafica di dettaglio

Le stratigrafie reperite, con profondità superiore ai 30 metri, sono riportate nella Tavola 4. Esse non consentono una ricostruzione stratigrafica di dettaglio dell'intera area, poiché non sono distribuite uniformemente ma concentrate in due aree:

- 1) l'area di Scorzè e limitrofe al di fuori dei confini provinciali, dove si dispone delle stratigrafie di pozzi acquedottistici e della ditta San Benedetto;
- 2) il comune di Venezia.

Nella Tavola 4 si riportano 3 profili:

##### *Profilo C1*

Da Badoere (Treviso) a Scorzè

##### *Profilo C2*

Da Santa Maria di Sala a Spinea

##### *Profilo C3*

Da Marghera al Lido di Venezia

Il primo profilo (C1), nell'area più a monte, mostra la situazione idrogeologica esistente in comune di Scorzè e nelle aree, ricadenti nelle province di Padova e Treviso, subito a monte. Il profilo si basa sulle litostratigrafie esistenti reperite presso il Consorzio del Mirese (ora Azienda Consorzio del Mirese), la ditta San Benedetto e gli altri acquedotti prelevanti appena al di fuori dei confini provinciali. Nell'area a valle non è possibile una ricostruzione precisa a causa del limitatissimo numero di stratigrafie esistenti (peraltro di scarso dettaglio).

Il secondo profilo (C2) interessa un'area più a valle, in cui la distinzione delle falde diviene via via più difficoltosa a causa del limitato numero di stratigrafie esistenti. Si può osservare comunque come il sottosuolo sia a granulometria nettamente più fine (i terreni più grossolani risultano sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi); ciò determina una netta diminuzione della trasmissività delle falde.

Il profilo C3<sup>6</sup> riporta la ricostruzione geologica dell'area lagunare veneziana come risultante da studi effettuati dal CNR-ISDGM di Venezia negli anni settanta e come confermato dalla presente indagine. Si nota la presenza di 6 acquiferi confinati sovrapposti, fino alla profondità di 300 metri. La permeabilità di questi acquiferi è nel complesso piuttosto bassa in quanto la massima granulometria è sabbiosa.

<sup>6</sup> Nel profilo vengono riportate le tracce di solo 4 punti (Marghera 1, VE 1 CNR Tronchetto, VE 2 CNR Arsenale e Lido 1) che sono i punti sui quali si hanno maggiori informazioni in quanto oggetto di indagini di estremo dettaglio. Nell'area si dispongono però di varie altre stratigrafie.

Tabella 7. *Divisione dei pozzi censiti in falde e/o classi di profondità nelle aree ricadenti nei vari stralci della indagine idrogeologica dell'Area Centrale, con caratterizzazione delle singole falde*

<i>Acquifero (Noale, Scorzé e parte nord di Martellago)</i>	<i>Numero pozzi censiti</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Temp. (°C)</i>	<i>Cond. (µS/cm)</i>	<i>Fe (mg/l)</i>	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/l)</i>	<i>Prev. su p.c. (m)</i>	<i>Q. spont. max. (l/s)</i>
I	544	20- 60	12,5-15,0	350-450	0- 1,0	0- 2,0	0 -0,5	0,2
II	57	110-140	13,0-16,0	250-400	<0,2	<0,5	0,3-4,0	2
III	32	200-225	13,5-16,0	300-400	<0,2	<0,5	2,0-4,5	2
IV	42	235-260	13,5-16,0	300-400	<0,2	<0,5	2,0-6,0	3
V	311	280-320	14,0-18,0	350-450	<0,2	<0,5	3,0-8,0	8
VI	24	325-380	16,5-20,0	300-350	<0,2	<0,5	5,0-8,0	8

<i>Classe di profondità (Riviera del Brenta)</i>	<i>Numero pozzi censiti</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Temp. (°C)</i>	<i>Cond. (µS/cm)</i>	<i>Fe (mg/l)</i>	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/l)</i>	<i>Prev. su p.c. (m)</i>	<i>Q. spont. max. (l/s)</i>
I	109	10- 55	14,0-15,0	850-1100	1,0-5,0	0,5-0,8	0	0
II	61	80-260	14,0-19,0	300-1350	0 -5,0	0 -5,0	0 -5,0	2
III	23	260-300	17,0-20,0	300- 550	0 -2,0	0 -1,0	2,0	2
IV	46	300-330	18,0-20,0	300- 400	0 -4,0	0 -2,0	4,0-6,0	5

<i>Acquifero (Veneziano e Mira)</i>	<i>Numero pozzi censiti</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Temp. (°C)</i>	<i>Cond. (µS/cm)</i>	<i>Fe (mg/l)</i>	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/l)</i>	<i>Prev. su p.c. (m)</i>	<i>Q. spont. max. (l/s)</i>
Semiartesiano	64	10- 80	14,0-16,5	330-1500	0-12,5	0,2-8,0	0	0
I	294	89-124	13,7-17,1	320-2000	0- 7,0	0,2-8,0	0	1,0
II	11	132-153	15,0-17,0	300-1000	0- 1,0	0,2-4,5	1,0	0,5
III	15	163-181	14,4-18,6	300- 685	0- 0,5	0,5-3,0	0,5	0,4
IV	52	200-250	14,0-18,0	250- 800	0- 1,0	0,2-3,4	1,0	0,8
V	46	260-300	15,0-18,7	275- 600	0- 0,7	0 -3,4	0	0,8
VI	11	>300						

Tabella 8. *Suddivisione in classi di profondità dei pozzi censiti nell'Area Centrale*

	<i>Classi di profondità</i>	<i>Numero pozzi</i>	<i>% sul totale</i>
1	10- 80	748	43%
2	81-124	315	18%
3	125-200	142	8%
4	200-260	106	6%
5	261-300	259	15%
6	>300	165	10%
	Numero di pozzi dei quali è nota la profondità	1735	

Nel complesso l'esame delle stratigrafie e dei profili permette di verificare la presenza di un sistema multifalde con acquiferi ghiaiosi a varie profondità presenti nell'area nord-occidentale (Scorzè e parte settentrionale dei comuni di Martellago e Noale); tali strati ghiaiosi si assottigliano procedendo verso SE fino a scomparire circa all'altezza dei comuni di Santa Maria di Sala, Salzano e l'abitato di Marocco (comune di Mogliano Veneto-Treviso e Venezia). In questa zona gli strati a granulometria più grossolana e a maggiore permeabilità sono rappresentati da corpi sabbiosi costituenti acquiferi con limitata trasmissività. Gli strati maggiormente permeabili sono separati da livelli argillosi e limosi, talora spessi anche diverse decine di metri.

### 6.3.3. Caratterizzazione delle falde

Come già osservato, nell'area di Scorzè la ricostruzione della distribuzione delle falde risulta dettagliata, in particolare grazie ai dati stratigrafici dei pozzi acquedottistici esistenti in quest'area. Nell'area a valle invece, a causa della scarsa precisione e del ridotto numero di stratigrafie esistenti, la caratterizzazione delle falde è approssimativa, con la sola eccezione dell'area circumlagunare, in cui la presenza di numerose stratigrafie, relative a pozzi a uso industriale, e di altri dati sperimentali raccolti negli anni settanta dal CNR, permette di avere una visione della distribuzione delle falde piuttosto chiara.

È invece possibile, per aree di relativamente limitata estensione, definire delle stratigrafie tipo o, dove esse sono mancanti, ricostruire la situazione idrogeologica in base alla profondità dei pozzi esistenti; infatti i pozzi in genere raggiungono i livelli sabbiosi permeabili, produttivi.

La distribuzione e la caratterizzazione delle falde è stata quindi definita per settori. Gli schemi seguenti (Tabella 7) definiscono le caratteristiche salienti delle varie falde rilevate per ciascun settore e riassumono le distinzioni in falde o in classi di profondità eseguite nei vari stralci in cui è stato diviso il lavoro.

Nella tabella<sup>7</sup>, per facilità di lettura, le aree sono state delimitate per quanto possibile mantenendo le suddivisioni dei confini comunali.

Sono state considerate le seguenti aree, sufficientemente uniformi da un punto di vista idrogeologico:

– comuni di Noale<sup>8</sup>, Scorzè e parte del comune di Martellago ricadente nell'area di risorsa idropotabile (vedi Tavola 6, allegata fuori testo);

– altri comuni del Miranese (parte sud di Martellago, Mirano, Salzano, Santa Maria di Sala, Spinea) e della Riviera del Brenta (escluso Mira): Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Dolo, Fiesso d'Artico, Fossò, Pianiga, Stra, Vigonovo;

<sup>7</sup> Nella Tabella 7 risulta un numero complessivo di pozzi inferiore a quello dei pozzi censiti. Ciò dipende dall'assenza del dato di profondità su alcuni pozzi, nonché dalla presenza di un numero limitato di pozzi di profondità non compresa nelle classi considerate.

<sup>8</sup> Va precisato che la situazione idrogeologica rilevata nel comune di Noale si presenta in parte diversa da quella verificata, grazie a stratigrafie di dettaglio, nei pressi di Scorzè. Ciò presumibilmente per la presenza di eteropie di facies non dettagliabili per la quasi totale assenza di stratigrafie reperite sul territorio comunale di Noale. Ciò nonostante, per semplicità e chiarezza di esposizione si è preferito presentare accorpate i dati delle due aree, utilizzando la suddivisione in falde eseguita nel rilevamento idrogeologico del territorio comunale di Scorzè. In particolare per l'area di Noale va notata la presenza di una falda compresa tra i 170 e i 200 metri che non si ritrova nella rimanente parte di territorio dell'Alto Miranese e, localmente, di un'altra falda localizzata tra gli 80 e i 100 metri di profondità. Per approfondimenti si rimanda a Provincia di Venezia (1992).

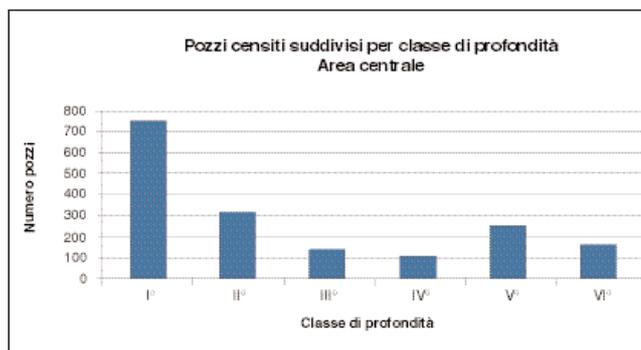


Figura 19. Istogramma di distribuzione pozzi – classe di profondità per l'area centrale

– comuni del Veneziano e Mira (area circumlagunare; comuni di Cavallino-Treporti, Marcon, Mira, Quarto d'Altino e Venezia).

Si può osservare come man mano che ci si allontana dall'area di alimentazione degli acquiferi si abbia un aumento dei valori di tutti i parametri<sup>9</sup> considerati (a parità di profondità) e via via anche un peggioramento della qualità di base delle acque sotterranee. Infatti, nell'area di Scorzè, Noale e Martellago si hanno falde con elevati valori di prevalenza e, in alcuni casi, anche di ottima qualità<sup>10</sup>. Nelle aree più a valle le superfici piezometriche spesso risultano al di sotto del piano campagna e le acque sono quasi sempre non potabili per eccesso di Ferro e Ammoniaca. Avvicinandosi all'area lagunare si ha anche un incremento dei valori della conducibilità elettrica.

Per una rappresentazione cartografica sintetica dei dati raccolti su questa parte della provincia si sono distinti i pozzi censiti nelle seguenti classi di profondità, basate sulla suddivisione in falde effettuate per i singoli settori e descritte in Tabella 7. In Tabella 8 si riporta la suddivisione scelta.

Nel seguito si riassumono brevemente le caratteristiche idrochimiche e idrogeologiche rilevate ai pozzi, divise nelle sei suddette classi di profondità. La distribuzione areale dei pozzi censiti è riportata in Figura 18.

In Figura 19 viene invece sintetizzata la distribuzione dei pozzi secondo le fasce di profondità.

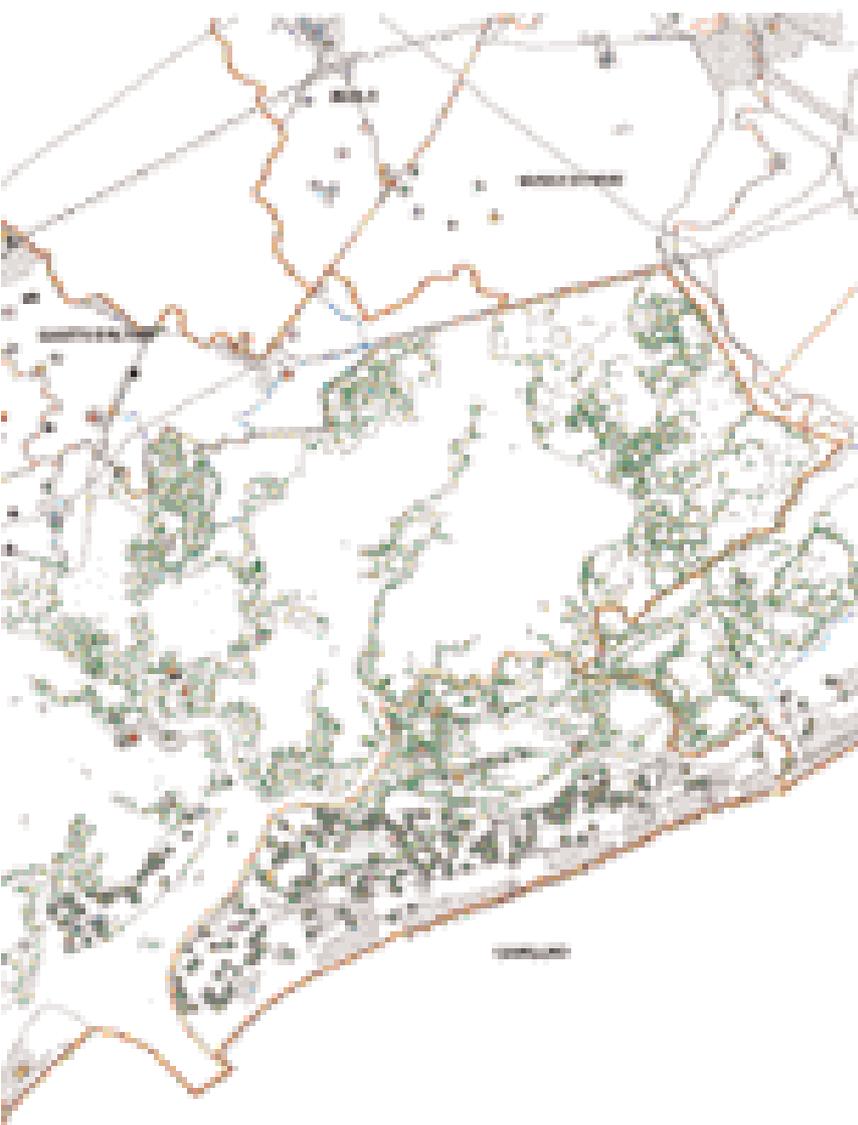
#### Prima classe di profondità (10-80 m)

Questa classe di profondità, nell'area più monte (comuni di Noale e Scorzè e parte settentrionale di Martellago), corrisponde al primo acquifero confinato costituito da ghiaie e localizzato tra i 30 e i 60 metri di profondità (vedi Tabella 7).

<sup>9</sup> Anche in questo caso nei valori di *range* non si sono considerati i valori che risultavano nettamente al di fuori di quelli «normali». Alcuni campi risultano vuoti poiché i dati raccolti non sono stati ritenuti in numero sufficiente da permettere una valutazione statistica.

<sup>10</sup> Va ricordato che in anche in questa zona l'acqua sotterranea a volte risulta non potabile per eccesso di Ferro ed Ammoniaca.





### Legenda

- |                  |   |  |
|------------------|---|--|
| Area indagata    | Canali di colmata                             | Pozzo con profondità compresa tra 201 - 300 m. |
| Confini comunali | Stagni naturali                               | Pozzo con profondità > 300 m                   |
| Ferrovie         | Pozzo con altre profondità                    |  |
| Strade           | Pozzo con profondità compresa tra 10 - 50 m   |  |
| Fiumi            | Pozzo con profondità compresa tra 51 - 124 m  |  |
| Area urbana      | Pozzo con profondità compresa tra 125 - 200 m |  |
| Inca e laguna    | Pozzo con profondità compresa tra 201 - 300 m |  |

scala 1:500.000

Figura 18. Distribuzione dei pozzi censiti nell'Area Centrale suddivisi per classe di profondità

A causa dell'elevato sfruttamento a cui è stato sottoposto questo acquifero, la falda, un tempo artesianiana, ora è in molti settori solamente risaliente. Questa falda è in diretto collegamento idraulico con la falda indifferenziata presente nell'alta pianura. Le ghiaie, legate alle parti terminali delle conoidi, tendono a chiudersi in spazi piuttosto brevi, per cui l'area interessata da questa falda ha un limite piuttosto netto a Sud, come evidenziato dalla rilevante diminuzione nel numero di pozzi da nord a sud (Figura 18; si veda anche il limite dell'area di risorsa idropotabile riportato in Tavola 6). In comune di Scorzè questa falda viene sfruttata anche a scopo acquedottistico e a scopo industriale dalla ditta San Benedetto. Attualmente i nuovi pozzi a uso acquedottistico, allo scopo di sfruttare una falda di ottima qualità e ad erogazione spontanea, vengono spinti fino a raggiungere la falda compresa tra i 270 e i 300 metri (dove si ubicano molti pozzi dell'Acquedotto del Mirese e della società San Benedetto).

Nel rimanente territorio i pozzi ricadenti in questa classe di profondità sono in genere poco profondi (10-20 metri) e intercettanti acquiferi locali a bassa trasmissività.

#### *Seconda classe di profondità (81-124 m)*

Questa classe corrisponde in genere ad acquiclude (o ad acquiferi a limitata produttività) in tutta l'area indagata, eccetto che per l'area del Cavallino.

Infatti al Cavallino si ha una falda in sabbie, prevalentemente medie, che viene intercettata da oltre 200 pozzi. Va notato che l'utilizzo di questa falda permette l'irrigazione delle colture orticole specializzate ampiamente diffuse nel Cavallino.

#### *Terza classe di profondità (125-200 m)*

Si tratta di una classe interessata da un numero limitato di pozzi, in parte per le limitate potenzialità e in parte, soprattutto nel Miranese, per la qualità delle acque peggiori di quella delle falde comprese tra i 30 e i 60 metri e i 260-300 m.

#### *Quarta classe di profondità (201-260 m)*

Si tratta di una classe in cui complessivamente ricade un numero limitato di pozzi, anche se risulta abbastanza sfruttata nella zona di Scorzè. Corrisponde a falde continue probabilmente solo nel territorio dell'alto Miranese.

#### *Quinta classe di profondità (261-300 m)*

In questa classe di profondità ricade un numero consistente di pozzi e in particolare ricadono importantissimi prelievi eseguiti dalla società San Benedetto e dall'Azienda Consorzio del Mirese a scopi, rispettivamente, di imbottigliamento e acquedottistici.

Inoltre, in questa classe di profondità ricade la maggior parte dei pozzi a uso industriale dell'area di Marghera, che nel 1975 furono chiusi a seguito dell'attivazione dell'acquedotto industriale (che preleva acque superficiali del fiume Sile).

Nell'area di Scorzè la falda presenta caratteristiche qualitative e quantitative ottime.

Corrisponde probabilmente a un acquifero continuo, almeno in tutta l'area a nord del Naviglio Brenta (si veda la Tavola 4).

#### *Sesta classe di profondità (> 300 m)*

Punti di attingimento da profondità superiori ai 300 metri si trovano nella parte più a monte, in corrispondenza dei comuni di Scorzè, Noale, Salzano e Martellago. Nel rimanente territorio, pozzi così profondi sono piuttosto sporadici (anche se è ipotizzabile che esistano pozzi non censiti anche a profondità di 500 metri). I dati esistenti sono insufficienti per definire con precisione la continuità e la distribuzione degli orizzonti acquiferi a profondità superiore ai 300 metri. In genere si hanno pressioni elevate con prevalenza sopra al piano campagna di oltre 5 metri.

### *6.3.4. Sintesi sull'idrogeologia dell'Area Centrale*

La situazione idrogeologica dell'area centrale della Provincia è caratterizzata da una serie di falde sovrapposte, in pressione. Ovvero, nel sottosuolo si alternano per alcune centinaia di metri livelli di sedimenti fini (argille e limi, impermeabili o poco permeabili all'acqua) e di sedimenti grossolani (sabbie e ghiaie, permeabili all'acqua). Quest'ultimi contengono abbondanti acque sotterranee in pressione che hanno la loro alimentazione in territori posti al di fuori della provincia di Venezia, verso nord.

Le falde acquifere sono alloggiata in livelli ghiaiosi nelle parti più a monte, dove si hanno le risorse idriche più abbondanti, mentre nel rimanente territorio sono contenute in terreni sabbiosi.

I dati caratterizzanti le condizioni idrauliche dei differenti acquiferi indicano che le falde a maggiore disponibilità d'acqua risultano essere quelle localizzate a profondità di 260-300 m, che mostrano prevalenze sul piano campagna anche di 3-8 m.

Il numero totale dei pozzi censiti è di 1837, distribuiti non uniformemente sul territorio, con una maggiore concentrazione nel settore settentrionale (comuni di Scorzè, Noale, Salzano e Martellago) e nel litorale del Cavallino. Il territorio è quasi interamente servito dalla rete acquedottistica pubblica. La profondità dei pozzi sfruttati per l'approvvigionamento idrico autonomo supera i 300 m; il 43.3% è caratterizzato da erogazione spontanea. Le falde sono confinate e in pressione. Le più intensamente sfruttate sono, nell'area di Scorzè, Noale, Salzano e Martellago, la quinta (260-300 m) e, nel litorale del Cavallino, la seconda (81-124 m). In passato nell'alto Miranese veniva abbondantemente sfruttata la prima falda in pressione (30-60 m), oggi notevolmente depressurizzata.

Il prelievo misurato è di oltre 2000 l/s. Il valore totale è stimabile in oltre 2300 l/s. Questa portata è così distribuita:

Acquedotti	1136 l/s
Società Acqua Minerale San Benedetto	383 l/s
Pozzi privati	900 l/s

In quest'area non esistono pozzi di acquedotti pubblici se non in comune di Scorzè, dove si trovano alcuni pozzi dell'ASPIV e i pozzi dell'acquedotto del Mirese, che alimenta 17 comuni. A breve distanza da questi, vi sono i pozzi di uno stabilimento di acque minerali. Queste presenze sono significative di come queste acque siano abbondanti e pregiate e quindi di come sia importante conoscerle approfonditamente e gestirle razionalmente.

Il prelievo risulta elevato nei comuni di Noale e Scorzè. L'utilizzo prevalente dell'acqua è variabile da zona a zona. Importanti prelievi si hanno per diversi usi: acquedottistico, minerario (imbottigliamento), agricolo, industriale e domestico. Lo sfruttamento sta mostrando un andamento crescente nell'area dell'alto Miranese; esso andrà attentamente monitorato per limitare lo sviluppo di fenomeni di sovrasfruttamento degli acquiferi, con conseguenti abbassamenti della piezometria e depauperamento di questa importante georisorsa. Nell'uso dell'acqua (si veda più ampiamente il capitolo 7), nelle aree in cui i pozzi sono a erogazione spontanea (Figura 26), è individuabile un rilevante spreco, dovuto alla consuetudine di mantenere in erogazione continua i pozzi privati.

Nei soli sette comuni del Miranese (Scorzè, Noale, Martellago, Mirano, Salzano, Santa Maria di Sala e Spinea) sono stati censiti 1123 pozzi privati, una buona percentuale dei quali a erogazione spontanea. Tale dato deriva da un censimento «porta a porta» realizzato appositamente. In questo censimento per ogni pozzo è stata misurata la portata (in totale 584 l/s, pari circa a 50.000 mc/giorno). Tale portata rappresenta l'acqua che fuoriesce dai pozzi artesiani lasciati a erogazione libera e *non utilizzata*.

La portata *effettivamente utilizzata* non è quindi compresa nel valore indicato, poiché l'acqua effettivamente utilizzata viene prelevata a monte della bocca bozzo (su cui si effettua la misura); il valore di questa portata è valutabile nell'ordine di pochi punti percentuali rispetto a quella misurata.

Quindi la maggior parte dell'acqua (a volte di ottima qualità) prelevata dai pozzi privati di alcuni settori della provincia viene inultimamente dispersa nei fossi con un evidente danno per l'ambiente.

Si fa notare che questa quantità d'acqua, di buona qualità, è pari a circa i 2/3 di quella emunta dall'acquedotto del Mirese. Viene sprecata quindi una portata che potrebbe soddisfare i fabbisogni di un acquedotto che alimenta circa 150.000 persone<sup>11</sup>.

A causa di questo spreco la pressione delle falde sta registrando una progressiva, sensibile diminuzione, tanto da privare in diverse zone le falde meno profonde della loro originaria spontaneità di erogazione.

La qualità dell'acqua è stata analizzata con particolare in riferimento alle concentrazioni di Fe e  $\text{NH}_4^+$ , che spesso in quest'area rendono l'acqua non potabile.

La zona in cui sono presenti acque potabili è situata nella fascia settentrionale dell'area, relativamente in particolare alla V falda che risulta di ottima qualità. L'acqua è invece quasi sempre non potabile per l'alto contenuto di  $\text{NH}_4^+$  nella parte meridionale del territorio indagato.

<sup>11</sup> Attualmente tali acque sotterranee alimentano in buona parte la rete idrica superficiale, utilizzata in agricoltura; l'auspicata chiusura dei pozzi a getto continuo dovrebbe quindi avvenire con una valutazione preventiva dei suoi effetti.

## 6.4. AREA MERIDIONALE

### 6.4.1. Generalità

Le caratteristiche geologiche-generalì di quest'area (Figura 9) sono ampiamente descritte in Bassan *et alii* (1994), a cui si rimanda per più precise informazioni. L'area, da un punto di vista geologico, si presenta molto varia. Infatti giustapposti si ritrovano i vari depositi legati a paleoambienti continentali (depositi fluviali e palustri), costieri e marini.

Si tratta, nella quasi totalità dell'area, di un territorio di bonifica. Esso è soggetto, con l'eccezione di una piccola area, a scolo meccanico.

La situazione idrogeologica è caratterizzata da un sistema a più falde sovrapposte e in pressione, alloggiata nei materiali più permeabili (sabbie), separate da letti di materiali argillosi praticamente impermeabili. Risulta inoltre presente una falda superficiale di tipo freatico (non oggetto del presente studio), la cui superficie, regimata dalle idrovore, è posta appena al di sotto del piano campagna (profondità compresa tra 0.5 e 4 metri). Va precisato che, a differenza delle falde profonde confinate, la falda freatica non è dotata di continuità idraulica ma è un insieme di piccole falde a bassa trasmissività.

Tali «falde» a volte sono in comunicazione idraulica tra loro e a volte sono isolate. In alcune aree questa falda non è a pelo libero, ma è dotata di debole pressione (risalienza nei pozzi di 0.5-1 metri).

### 6.4.2. Struttura stratigrafica di dettaglio

La costituzione geologica di dettaglio del sottosuolo è stata elaborata sulla base di circa 30 stratigrafie relative alla costruzione di pozzi per acqua, profonde più di 30 metri; alcune delle quali raggiungono profondità di oltre 200 metri. La maggior parte di queste stratigrafie si concentrano nel comune di Chioggia. Le stratigrafie raccolte sono ubicate in Tavola 5.

L'esame dei dati stratigrafici consente di precisare che il sottosuolo risulta costituito da materiali sciolti di granulometria compresa tra le argille e le sabbie grosse. La struttura stratigrafica, comune a tutta la Bassa Pianura Veneta, determina livelli con permeabilità variabilissima, in funzione della granulometria. I vari livelli costituiti da questi materiali così diversi, presenti anche in termini misti, sono tra loro sovrapposti e talora variamente interdigitati o in eteropia laterale. Nell'intera area sono state tracciate 4 sezioni idrogeologiche schematiche (Tavola 5). La sezione 1 interessa il comune di Cavarzere e in particolare il suo centro abitato, la sezione 2 ricade prevalentemente nel comu-

Tabella 9. *Suddivisione in classi di profondità dei pozzi censiti nell'Area Meridionale*

Classe	Profondità	N. pozzi	% sul totale
I	10- 50	95	68
II <sup>12</sup>	100-150	19	14
III	170-300	25	18
Totale		139	

ne di Cona, la sezione 4 attraversa in senso meridiano le località Piovini e Valli in comune di Chioggia, mentre i rimanenti profili 3 e 5 sono ubicati fra Chioggia e Sottomarina.

L'ubicazione e la limitata estensione dei profili sono condizionate soprattutto dalla distribuzione e relativa carenza di dati stratigrafici profondi. È da sottolineare che le sezioni sono state elaborate cercando di individuare intervalli di profondità a maggiore o minore permeabilità, suddividendola in due sole classi; scelta dettata dal fatto che spesso le stratigrafie, redatte da operatori diversi e generalmente non qualificati, riportano informazioni caratterizzate da basso grado di precisione e di dettaglio.

### 6.4.3. Caratterizzazione delle falde

I pozzi di profondità maggiore di 10 m, presenti in quest'area, censiti e verificati, sono in totale 139. Nella Figura 20 si riporta l'ubicazione dei pozzi nel territorio in esame in relazione alla classe di profondità di appartenenza.

Con i dati stratigrafici disponibili e con il numero dei pozzi censiti non è stato possibile individuare una suddivisione in falde valida per l'intera area. La distribuzione delle falde in profondità è stata possibile solo in alcune zone (si vedano le sezioni stratigrafiche riportate in Tavola 5), con una maggiore densità di stratigrafie.

Si è preferito quindi suddividere i pozzi censiti, sulla base della frequenza con cui gli stessi si presentano alle diverse profondità, in tre classi (vedi Tabella 9).

In Figura 21 viene sintetizzata la distribuzione dei pozzi secondo le fasce di profondità.

Nella prima classe (10-50 m), comprendente i pozzi più superficiali, ricade la maggior parte (68%) dei pozzi censiti.

<sup>12</sup> In questa classe di profondità sono stati inseriti anche due pozzi di profondità rispettivamente pari a 75 e 97 metri.

Tabella 10. Valori riassuntivi dei parametri misurati divisi per classe di profondità (Area Meridionale)

Classi	N. pozzi	Prof. (m)		Cond. elet. $\mu S/cm$	Fe (mg/l)	$NH_4^+$ (mg/l)	Temp. (°C)	Prevalenza (m sul p.c.)	Q spont. Max (l/s)
I	95	10- 50	Media	1542	2,8	3,4	16,8	Assente	0
			Range	300-6000	0 -5,0	0 -8,0	15 -20		
II	19	100-150	Media	---	0,3	5,6	17,3	Assente-2	1,25
			Range	700-1200	0 -0,5	3,0-8,0	15,3-19,8		
III	25	170-300	Media	2106	0,5	6,1	17,1	Assente-2	2
			Range	700-6000	0 -1,0	4,5-8,0	15,7-20,2		

Nell'intervallo di profondità 50-100 metri si ha invece una pressoché totale assenza di pozzi. Ciò può essere in relazione o all'assenza di sedimenti permeabili in questo intervallo o alla presenza di acque a eccessiva salinità (presenza del «cuneo salino»<sup>13</sup>).

Le due rimanenti classi di profondità (100-150; 150-170) comprendono in totale 44 pozzi (32%), molti dei quali inattivi.

La caratterizzazione idraulica di ciascuna classe di profondità è definibile dai dati di prevalenza sul piano campagna e dalla portata spontanea dei pozzi. La qualità delle acque erogate è invece definibile dai valori di temperatura, conducibilità elettrica, contenuto in ferro e ammoniaca.

Nella Tabella 10 vengono indicati i valori normali dei parametri determinati<sup>14</sup>.

Nel complesso le acque sotterranee di quest'area si presentano qualitativamente e quantitativamente di limitato interesse.

Fatto rilevante è la generale non potabilità delle falde, dovuta a cause naturali e non a fenomeni di inquinamento, per eccesso di ferro e ammoniaca.

Abbondante risulta anche la frazione gassosa (generalmente connessa con la presenza di metano) rinvenibile nelle acque a varia profondità.

Le misure della concentrazione del Fe (Figura 22) mostrano che i valori tendono a diminuire (retta di

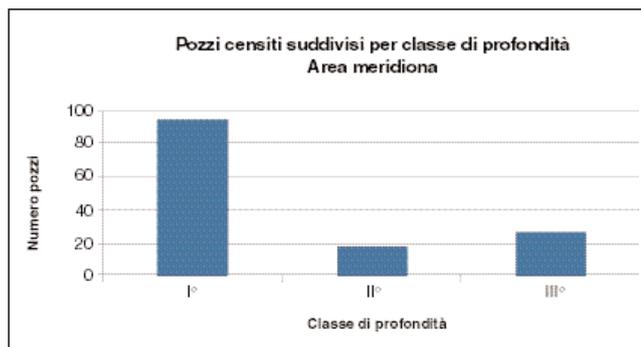


Figura 21. Istogramma di distribuzione pozzi-falde per l'area meridionale

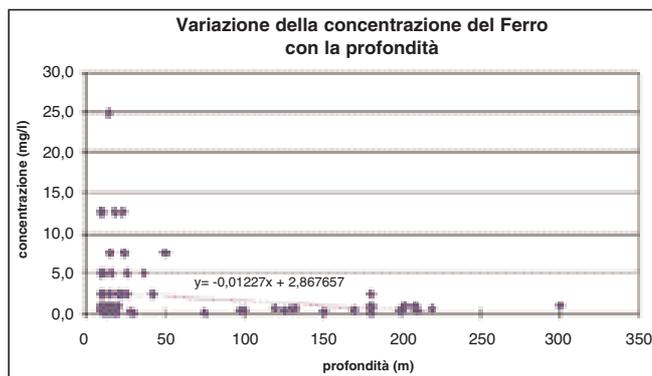


Figura 22. Concentrazioni di Fe e relative linee di tendenza (regressione lineare) in relazione alla profondità

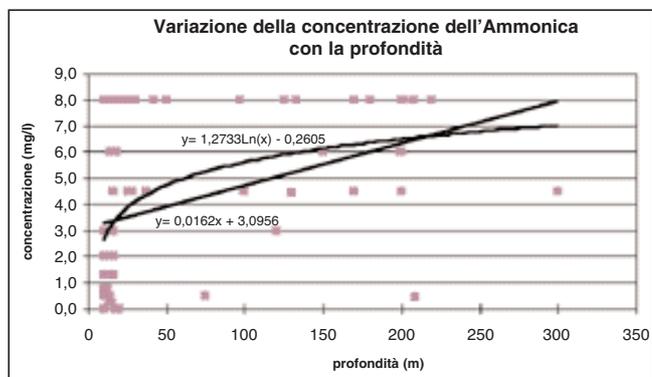


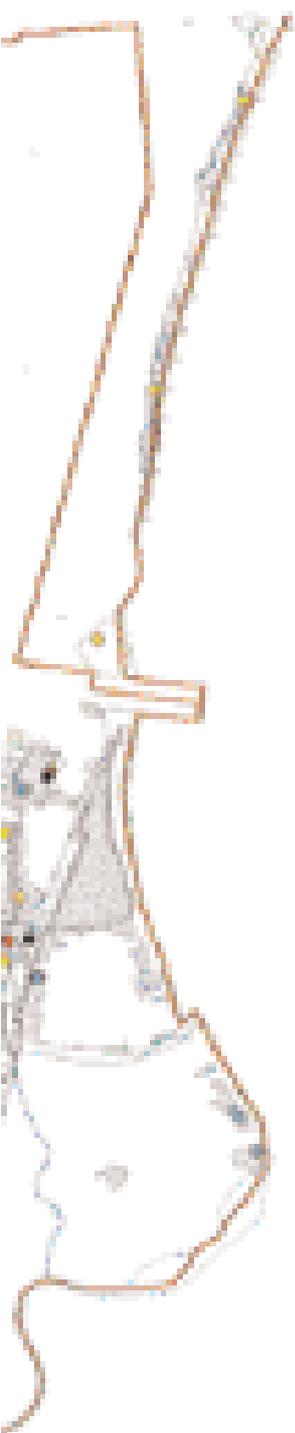
Figura 23. Concentrazioni di  $NH_4$  e relative linee di tendenza (regressione lineare e logaritmica) in relazione alla profondità

<sup>13</sup> Sul tema del cuneo salino la Provincia di Venezia in collaborazione con il CNR-ISDGM e molti altri enti sta attualmente svolgendo un'apposita indagine su un vasto territorio nella provincia di Padova (parte del Piovese) e Venezia (parte dell'Area Meridionale). La presenza del cuneo salino comporta importanti implicazioni di tipo ambientale ed economico, in particolare per le aree orticole di Chioggia. Tale indagine è attualmente (dicembre 2000) in avanzata fase di attuazione. Dai dati disponibili e dalle sistematiche misure di conducibilità effettuate nel quadro del presente lavoro, risulta che il cuneo salino coinvolge aree anche a diversi chilometri dalla costa e diverse falde.

<sup>14</sup> Va precisato che nella Tabella 10 nei valori di *range* non si sono considerati i valori che risultavano nettamente al di fuori di quelli «normali». Alcuni campi risultano vuoti poiché i dati raccolti non sono stati ritenuti in numero sufficiente da permettere una valutazione statistica.



Figura 20. Distribuzione dei pozzi censiti nell'Area Meridionale suddivisi per classe di profondità



### Legenda

- |   |   |
|---|---|
| Area indagata                                 | Contorni comunali                             |
| Ferrovia                                      | Strade  |
| Fiumi   | Aree urbane                                   |
| Isole e lagune                                | Barriere naturali                             |
| Pozzi con altre profondità                    | Pozzi con profondità compresa tra 10 - 50 m   |
| Pozzi con profondità compresa tra 100 - 150 m | Pozzi con profondità compresa tra 170 - 300 m |

scala 1:125.000

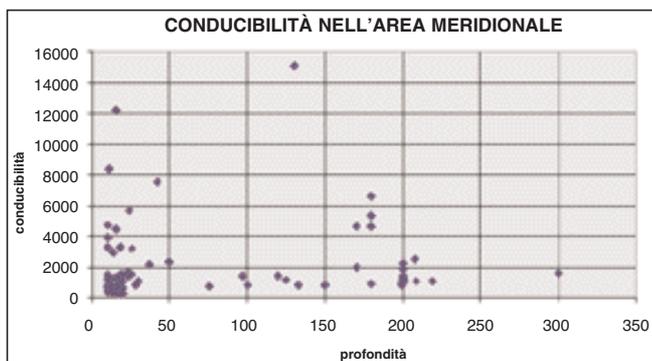


Figura 24. *Variazione della conducibilità in funzione della profondità*

regressione lineare a pendenza negativa) con la profondità, assumendo anche un minor grado di dispersione.

Per le concentrazioni di  $\text{NH}_4^+$ , invece, la retta di regressione lineare (curva di tendenza logaritmica) evidenzia, con l'aumento della profondità, un aumento generale della quantità di ammoniaca, peraltro caratterizzata da una accentuata dispersione nei suoi valori (Figura 23).

Il forte contenuto di ammoniaca nelle acque campionate è da mettere in relazione a una generale diffusione, nella parte meridionale della provincia di Venezia, di sedimenti ricchi di torba, la cui frazione aumenta probabilmente negli strati più profondi.

Per quel che riguarda le misure della conducibilità, si possono osservare valori medi, nell'intera area di studio (Figura 24), che generalmente oscillano attorno ai  $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ; in particolare la maggiore dispersione nei valori è presente nella prima classe di profondità, dai 10 ai 50 m, e nella terza, dai 170 ai 200 m.

Proprio in quest'ultimo intervallo di profondità si osserva che, procedendo dall'entroterra verso la costa, la conducibilità aumenta al punto che la fascia più orientale è caratterizzata dalla totale assenza di pozzi. Tale assenza ha il valore di un indizio di possibile presenza di una intrusione salina in un acquifero a debole pressione.

#### 6.4.4. *Sintesi sull'idrogeologia dell'Area Meridionale*

Nel territorio dell'Area Meridionale, l'uso attuale delle acque sotterranee dalle falde in pressione è piuttosto ridotto, assai meno rilevante di quello operato in altre aree della provincia (Miranese e alto Portogruarese).

Esiste comunque l'approvvigionamento autonomo di acqua di falda anche a sensibile profondità (200-300 metri).

L'acqua emunta viene utilizzata prevalentemente a

uso irriguo e domestico. Va notato che i pozzi a uso domestico prelevano una quantità d'acqua molto limitata. Non esistono pozzi privati a uso potabile.

Esistono in località Martinelle in comune di Cavarzere, nella gola dell'Adige, alcuni pozzi profondi 15-20 metri, a uso acquedottistico, che prelevano l'acqua di subalveo dell'Adige stesso. Nel rimanente territorio non si hanno altri pozzi a uso acquedottistico.

L'intero territorio è comunque servito da rete idrica pubblica per uso potabile.

Le falde acquifere rilevate sono alloggiare in livelli sabbiosi.

Il censimento ha consentito di individuare 139 pozzi, di cui 95 di profondità compresa tra 10 e 50 metri. Presumibilmente i pozzi censiti sono la maggior parte di quelli effettivamente esistenti (stimabili in un massimo di 200).

I pozzi censiti sono stati distinti in 3 classi di profondità (10-50 m, 100-150 m, 170-300 m). I pozzi a uso domestico ricadono prevalentemente nella prima classe di profondità, mentre quelli a uso irriguo sono prevalentemente nelle due classi più profonde.

La qualità delle acque è sempre piuttosto scadente a causa del contenuto in  $\text{Fe}$  e  $\text{NH}_4$ , ma anche per la presenza di metano e di una conducibilità piuttosto elevata (da mettere in relazione alla salinità).

Sulla base delle misure effettuate, i prelievi di acque sotterranee sono risultati molto modesti. Il prelievo globale medio dovuto ai pozzi privati è stato calcolato in 17 l/s; a questi vanno aggiunti 78 l/s prelevati dall'acquedotto Azienda Piovese Gestione Acque dalla gola dell'Adige in località Martinelle.

Il territorio è risultato nel suo insieme molto povero di risorse idriche sotterranee. Infatti le falde sono contenute in livelli sabbiosi a permeabilità modesta. I pozzi possono fornire portate di qualche litro al secondo nei casi più favorevoli. Inoltre le acque fornite mostrano parametri qualitativi quasi sempre non idonei all'uso potabile.

## 7. Sintesi complessiva dei dati raccolti

### 7.1. DATI GENERALI

Nei 44 comuni della provincia di Venezia sono stati censiti 3269 pozzi alimentati da falde in pressione. Essi prelevano una portata totale media di circa 3000 l/s (misurata è di circa 2740 l/s). Le Tabelle 11 e 12 illustrano alcuni dati di sintesi.

### 7.2. ENTITÀ E DISTRIBUZIONE DEI PRELIEVI

La distribuzione dei pozzi censiti per comune e alcune prime elaborazioni sui prelievi esistenti sono evidenziate dalla Tabella 13.

Vanno premesse alcune considerazioni sul grado di precisione delle misure e delle stime eseguite per la quantificazione dei prelievi:

- i quantitativi prelevati dagli acquedotti e dalle aree di concessione mineraria (acque per imbottigliamento in comune di Scorzè e acque termali in comune di San Michele al Tagliamento) sono stati forniti dalla ditte;
- nel caso dei numerosi pozzi a erogazione spontanea,

spesso lasciati attivi senza limitazioni, il dato della portata è stato misurato per ciascun pozzo direttamente in sito; si stima di avere censito almeno l'80% dei pozzi esistenti e quindi il prelievo misurato è anch'esso stimabile pari almeno al 80%;

– più complessa e meno precisa è la stima delle portate prelevate nei pozzi non a erogazione spontanea, data la quasi totale assenza di contatori per la misura dei prelievi, anche su pozzi a uso non domestico. Su questi pozzi il consumo è stato ricavato dai moduli di autodenuncia annuale; spesso risultando però inattendibile, è stato corretto, per quanto possibile, con stime eseguite al momento del sopralluogo sul pozzo. Un altro elemento di grande importanza da segnalare è che proprio in aree appena al di fuori dei confini provinciali si hanno notevoli prelievi a uso acquedottistico (ASPIV, Consorzio Aquedotto Basso Piave, Acquedotto Sile-Piave) e ad uso privato (comuni di Zero Branco, Trebaseleghe, Quinto di Treviso, solo per citarne alcuni<sup>1</sup>), per un totale di molti metri cubi al secondo.

In particolare l'area posta ai confini tra le province di Padova, Treviso e Venezia (comuni di Piombino Dese, Trebaseleghe, Zero Branco, Quinto di Treviso) evidenzia una diffusissima presenza di pozzi privati (il comune di Zero Branco è sprovvisto di acquedotto pubblico) con una densità di prelievi da pozzi privati di 8-10 l/s/km<sup>2</sup>. In quest'area il censimento-pozzi svolto dall'Università di Padova all'inizio degli anni

Tabella 11. *Alcuni dati di sintesi della «indagine idrogeologica»*

Numero pozzi censiti	3269		
Pozzi a erogazione spontanea	1763	54.0 %	
Pozzi con stratigrafia	88	2.6 %	
Analisi chimiche reperite	222	6.8 %	
Pozzi costruiti dopo il 1980	1117	42.1 %	su 2650

<sup>1</sup> Si fa notare che il censimento di grande dettaglio eseguito in comune di Scorzè può essere utilizzato per avere delle stime sui prelievi effettuati in comuni posti in altre province con analoghe caratteristiche idrogeologiche e di spreco di acqua, fungendo di fatto da area campione.

Tabella 12. *Alcuni dati di sintesi della indagini idrogeologica del territorio provinciale suddivisi per area (per un riferimento sulle aree si veda la Figura 9)*

Area	Pozzi censiti con profondità > 10 m	Di cui a portata spontanea	Di cui con stratigrafia nota	Prelievo misurato (l/s)	Prelievo stimato (l/s)
Portogruarese	1120	885 (79.0%)	7 (0.6%)	467	520
Sandonatese	173	95 (54.9%)	8 (4.6%)	31	40
Area Centrale	1837	768 (43.2%)	43 (2.3%)	2152	2320
Area Meridionale	139	15 (10.8%)	30 (21.6%)	95	100
Totale	3269	1763 (53.9%)	88 (2.6%)	2745	2980

Tabella 13. Pozzi censiti, consumi misurati e prelievi per unità di superficie, suddivisi per comune

Comune	N. Pozzi	Area (kmq)	Densità (pozzi/kmq)	Consumi misurati (m <sup>3</sup> /anno)	Consumi misurati (l/s)	Consumi misurati (l/s/kmq)
Annone Veneto	38	25,8	1,5	605000	19,2	0,7
Caorle (parte a Est del Livenza)	100	56,0	1,8	647000	20,5	0,4
Cinto Caomaggiore	86	18,0	4,8	1220000	38,7	2,2
Concordia Sagittaria	145	66,5	2,2	1250000	39,6	0,6
Fossalta di Portogruaro	51	31,2	1,6	740000	23,5	0,8
Gruaro	94	17,2	5,5	2570000	81,5	4,7
Portogruaro	130	102,3	1,3	1590000	50,4	0,5
Pramaggiore	59	24,2	2,4	1190000	37,7	1,6
S. Michele al Tagliamento <sup>a</sup>	288	112,3	2,6	3770000	119,5	1,1
S. Stino di Livenza	40	68,1	0,6	346000	11,0	0,2
Teglio Veneto	89	11,5	7,7	787000	25,0	2,2
<i>Portogruarese</i>	1120	533,2	2,1	14715000	466,6	0,9
Ceggia	14	22,0	0,6	82279	2,6	0,1
Eraclea	20	95,0	0,2	81749	2,6	0,0
Fossalta di Piave	7	9,7	0,7	18658	0,6	0,1
Jesolo	17	72,9	0,2	43624	1,4	0,0
Meolo	17	26,7	0,6	11353	0,4	0,0
Musile di Piave	12	45,1	0,3	125468	4,0	0,1
Noventa di Piave	10	18,1	0,6	55076	1,7	0,1
San Donà di Piave	22	78,7	0,3	97097	3,1	0,0
Torre di Mosto	16	38,3	0,4	71467	2,3	0,1
Caorle (parte a Ovest del Livenza)	38	57,4	0,7	391529	12,4	0,2
<i>Sandonatese</i>	173	463,9	0,4	978300	31,0	0,1
Campagna Lupia	4	87,7	0,0	5	0,0	0,0
Campolongo Mag.	28	23,6	1,2	3092	0,5	0,0
Camponogara	16	21,4	0,7	25	0,0	0,0
Dolo	10	24,2	0,4	352	0,0	0,0
Fiesso d'Artico	11	6,3	1,7	5316	0,0	0,0
Fossò	23	10,1	2,3	238	0,2	0,0
Marcon	47	23,6	2,0	119174	7,8	0,3
Martellago	63	20,1	3,1	1310636	25,7	1,3
Mira	54	98,9	0,5	161612	5,1	0,1
Mirano	15	45,7	0,3	217598	2,5	0,1
Noale	136	24,6	5,5	3166341	100,4	4,1
Pianiga	24	21,2	1,1	16680	0,1	0,0
Quarto d'Altino	26	28,2	0,9	11083	2,1	0,1
Salzano	30	17,2	1,7	567364	29,3	1,7
Santa Maria di Sala	24	27,3	0,9	287637	17,2	0,6
Scorzé	900	33,3	27,0	55560125	1761,8	52,9
Spinea	14	15,0	0,9	70387	4,1	0,3
Strà	4	8,8	0,5	30	0,0	0,0
Vigonovo	14	12,8	1,1	337	0,0	0,0
Venezia e Cavallino-Treporti <sup>b</sup>	390	457,2	0,9	1189979	32,4	0,1
<i>Area Centrale</i>	1837	1006,9	1,8	62688010	2152,3	1,9
Cavarzere	63	140,3	0,4	2646997	83,9	0,6
Chioggia	44	185,0	0,2	268626	8,5	0,0
Cona	32	64,7	0,5	57903	1,8	0,0
<i>Area Meridionale</i>	139	390,1	0,4	2973527	94,3	0,2
<i>Complessivo</i>	3269	2394,0	1,4	81354837	2744,2	3,3

<sup>a</sup>Relativamente al comune di San Michele al Tagliamento si ritiene utile riportare il dato relativo solo alla parte nord del Comune:

	Consumi m <sup>3</sup> /anno	Consumi misurati (l/s)	Sup. (Kmq)	Consumi misurati (l/s/kmq)
S. Michele (nord)	1.605.000	50,9	10	5,09

<sup>b</sup> I dati sui comuni di Venezia e di Cavallino-Treporti sono riportati insieme in quanto all'epoca della realizzazione del censimento costituivano un unico comune.

settanta già segnalava prelievi compresi tra 1 e 10 l/s/km<sup>2</sup> (Ministero dei lavori pubblici, 1974).

L'ubicazione dei pozzi censiti è indicata dalla cartografia di Tavola 6.

Osservando la Tavola 5 e la colonna relativa al consumo litri/secondo/km<sup>2</sup> in Tabella 13, si constata un consumo molto elevato concentrato nel comune di Scorzè e relativamente alto<sup>2</sup> nei comuni di Noale, Salzano e Martellago e nei comuni dell'area nord-orientale (comuni di Teglio Veneto, Gruaro, Cinto Caomaggiore e territorio comunale di San Michele al Tagliamento a nord dell'abitato stesso), che ha valori superiori ai 2 l/s/km<sup>2</sup>.

I dati sono riassunti anche dalla Figura 25. In Figura 26 si riporta la distribuzione dei pozzi a erogazione spontanea. Essi si raggruppano nelle aree a maggiore concentrazione di pozzi in quanto l'estrazione dell'acqua dal sottosuolo non comporta alcuna spesa (spesa di acquisto per le pompe e relative spese di energia e manutenzione). Si fa notare che molti dei pozzi risultano a erogazione continua (pozzi privi di saracinesca). Si notano gli elevati consumi in quattro comuni dell'alto Miranese (Noale, Martellago, Salzano, Scorzè; si veda anche la Tabella 13). In questi quattro comuni sono stati censiti oltre 1000 pozzi privati a erogazione spontanea con una portata misurata complessiva di 560 l/s. Tale dato, come visto, deriva da un censimento prevalentemente eseguito «porta a porta», in cui su ogni pozzo è stata misurata la portata. Tale valore di portata rappresenta l'acqua fornita spontaneamente dai pozzi artesiani lasciati a erogazione libera, e non utilizzata (si veda par. 6.3).

A causa di questo spreco la pressione delle falde sta registrando, in varie aree della provincia, una progressiva, sensibile diminuzione.

Riguardo alle rimanenti aree della provincia si notano prelievi nel complesso modesti. Va però precisato che, anche se i quantitativi d'acqua prelevati appaiono nettamente inferiori, essi vanno comunque esaminati attentamente. Infatti gli effetti di un prelievo non vanno valutati in termini assoluti, ma in rapporto alle potenzialità locali dell'acquifero, alla sua ricarica e alla situazione geologica complessiva (in rapporto anche ai rischi, per alcune aree notevoli, di subsidenza).

Allo scopo di seguire nel tempo l'andamento delle piezometrie delle falde, la Provincia di Venezia, in collaborazione con la Regione Veneto, ha progettato una rete di monitoraggio quali-quantitativa delle acque sotterranee (Capitolo 8).

<sup>2</sup> A titolo di confronto si può osservare che nell'Alta Pianura Veneta (acquifero indifferenziato che rappresenta l'area di ricarica del territorio in esame), nelle province di Vicenza, Padova e Treviso, vengono emunti 2050 l/s a scopo acquedottistico (Bullo e Dal Prà, 1992).

### 7.3. AREE A ELEVATO SFRUTTAMENTO

I dati raccolti evidenziano una disomogenità nella distribuzione areale dei pozzi, determinata dal diverso assetto geologico e dalla conseguente differente distribuzione della qualità e quantità delle acque.

Complessivamente le aree di maggiore captazione (Tavola 6) risultano:

#### 1. ALTO MIRANESE

Area di intenso sfruttamento (maggiore di 4 l/s/km<sup>2</sup>) delle falde in pressione contenute principalmente negli acquiferi ghiaiosi posti tra 20 e 60 m e tra 260 e 300 m di profondità. Sono acque di ottima qualità che vengono utilizzate a scopo acquedottistico (Acquedotto del Mirese), di imbottigliamento (San Benedetto), potabile/domestico e irriguo. Sono molto numerosi i pozzi con acqua zampillante «a perdere» (portata spontanea a erogazione continua). Viene emunta una portata d'acqua che ha determinato importanti fenomeni di depressurizzazione delle falde, soprattutto di quella tra 20 e 60 m di profondità (primo acquifero confinato), in uso da più tempo.

#### 2. CAVALLINO

Area di intenso sfruttamento (maggiore di 0,5 l/s/km<sup>2</sup>) delle falde in pressione contenute principalmente nell'acquifero sabbioso posto tra 81 e 124 metri di profondità. Sono acque di mediocre qualità chimica (elevato contenuto in ammoniaca) che vengono utilizzate in prevalenza a scopo irriguo. Si evidenzia una depressurizzazione della falda che un tempo era zampillante mentre ora è solo risaliente.

#### 3. ALTO PORTOGRUARESE

Area di sfruttamento maggiore di 2 l/s/km<sup>2</sup> delle falde in pressione presenti a varie profondità. Sono acque di buona qualità chimica. Sono numerosi i pozzi con acqua zampillante «a perdere» (portata spontanea a erogazione continua). Il comune di Gruaro mostra uno sfruttamento maggiore di 4 l/s/km<sup>2</sup> a causa della presenza dei pozzi di Bagnara, che emungono acqua a scopo acquedottistico (acquedotto del Basso Livenza).

#### 4. CA' CORNIANI DI CAORLE

Area di intenso sfruttamento (maggiore di 1 l/s/km<sup>2</sup>) delle falde in pressione contenute in acquiferi presenti a varie profondità. Sono acque di mediocre qualità chimica che vengono utilizzate a scopo irriguo o che non vengono utilizzate; sono numerosi infatti i pozzi con acqua zampillante «a perdere» (portata spontanea a erogazione continua). Viene emunta una portata d'acqua che ha determinato fenomeni di forte depressurizzazione delle falde e sono segnalati fenomeni di subsidenza indotti.

#### 5. BRUSSA DI CAORLE

Area di intenso sfruttamento (maggiore di 2 l/s/km<sup>2</sup>) delle falde in pressione, con temperature di circa 27°C, contenute principalmente nell'acquifero posto a circa 500 m di profondità. Viene emunta una portata d'acqua che non determina per ora effetti di sovrasfruttamento, ma che

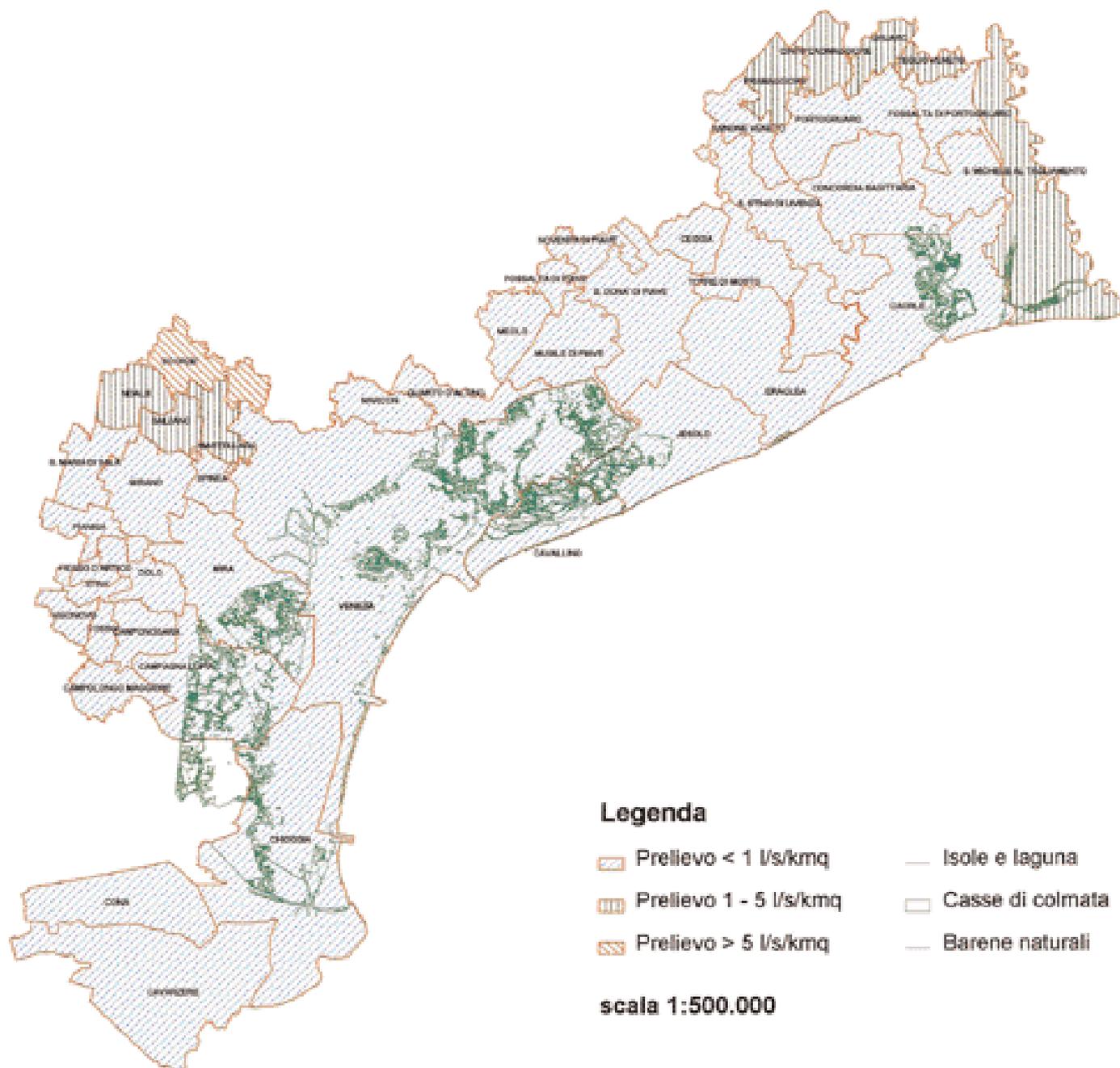


Figura 25. *Prelievo per unità di superficie suddivisi per comune*

Tabella 14. *Prelievi (m<sup>3</sup>/anno) di acque sotterranee suddivisi per tipo di utilizzo<sup>a</sup>*

Tipo di utilizzo	N. pozzi	%	Consumo misurato (l/s)	Consumo (% sul totale)
Nessuno	327	10,0%	32	1,2%
Imbottigliamento	2	0,1%	383	14,0%
Potabile	638	19,5%	369	13,5%
Ornamentale	38	1,2%	10	0,4%
Industriale	186	5,7%	208	7,6%
Acquedottistico	25	0,8%	1255	45,8%
Zootecnico	117	3,6%	53	1,9%
Irriguo	615	18,8%	145	5,3%
Altro	13	0,4%	1	0,0%
Fontana Pubblica	163	5,0%	32	1,2%
Domestico	1.113	34,0%	237	8,6%
Non determinato	32	1,0%	16	0,6%
<i>Totale</i>	<i>3269</i>	<i>100%</i>	<i>2745</i>	<i>100%</i>

<sup>a</sup> Va notato che parte consistente dei consumi segnalati come Domestico, Potabile, Irriguo e, in alcuni casi, Industriale, sono in realtà acque non utilizzate.

tende ad aumentare nel tempo. Vi è anche un non corretto uso della risorsa per la diffusa abitudine di lasciare a erogazione continua pozzi artesiani che possono avere una portata anche superiore a 1 l/s.

#### 6. CESAROLO-BEVAZZANA DI SAN MICHELE AL TAGLIAMENTO

Area di intenso sfruttamento (maggiore di 2 l/s/km<sup>2</sup>) delle falde termali in pressione contenute principalmente nell'acquifero posto a circa 500 m di profondità. Viene emunta una portata d'acqua che non manifesta caratteristiche di sovrasfruttamento, ma la richiesta di utilizzo dell'acqua termale sta aumentando ed è prevedibile quindi un incremento dello sfruttamento. Anche in questo caso è da segnalare un non corretto uso della risorsa per la diffusa abitudine di lasciare a erogazione continua pozzi che possono avere una portata anche superiore a 1 l/s, nonché il fatto che molti nuovi pozzi risultano irregolari dal punto di vista autorizzativo.

#### 7.4. USO DELLE ACQUE

I prelievi di acque sotterranee nella provincia di Venezia vengono effettuati per scopi diversi, che dipendono dalla quantità e qualità delle acque disponibili e dalle caratteristiche delle attività economiche presenti sul territorio.

Schematicamente le acque vengono sfruttate per i seguenti scopi:

- acquedottistico, nei comuni di Scorzè e Gruaro;
- imbottigliamento, nel comune di Scorzè;
- potabile privato, quasi esclusivamente nell'alto

Tabella 15. *Portate medie prelevate (l/s) suddivise per tipo di prelievo e per area*

Prelievi da falde confinate	Portate	(l/s)
Azienda Acquedotto del Mirese		857
Acquedotto comunale di Gruaro		44
ASPIV		280
Azienda Piovese Gestione Acque		78
Totale Acquedotti		1259
Prelievi da aree di concessione mineraria		405
Prelievi da pozzi privati	Misurati	Stimati <sup>a</sup>
Area centrale (di cui nei comuni di Scorzè, Noale e Martellago e Salzano)	632	790
Portogruarese	560	700
Sandonatese	423	528
Area meridionale	31	40
	17	22
Totale pozzi privati	1103	1380

<sup>a</sup> Il prelievo stimato differisce da quello realmente misurato perché ti conto di quella percentuale di pozzi che si ritiene non siano stati censiti.

Miranese e nell'alto Portogruarese;

- irriguo, in tutta il territorio provinciale e in particolare nei comuni di Scorzè e di Cavallino-Treporti;
- industriale, in tutto il territorio provinciale<sup>3</sup>;
- domestico, in tutto il territorio provinciale;
- zootecnico; in alcune aree del Portogruarese.

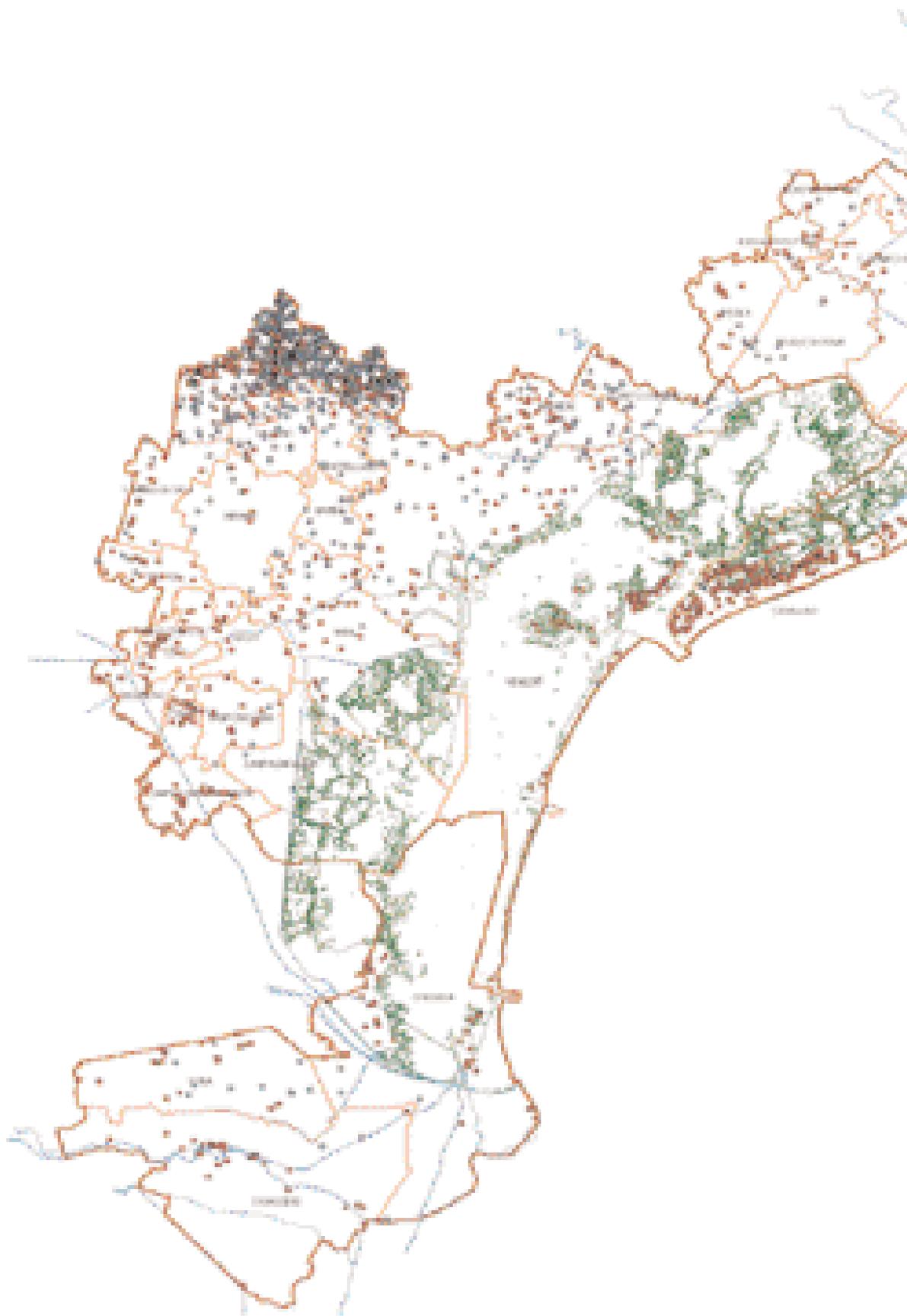
Di particolare rilevanza è la presenza, nel comune di Scorzè, di 11 pozzi (più altri 13 pozzi «di riserva») dell'Azienda Consorzio Mirese che fornisce acqua potabile ai comuni di Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Dolo, Fiesso d'Artico, Fossò, Mira, Mirano, Martellago, Noale, Pianiga, Salzano, Santa Maria di Sala, Scorzè, Spinea, Stra, Vigonovo.

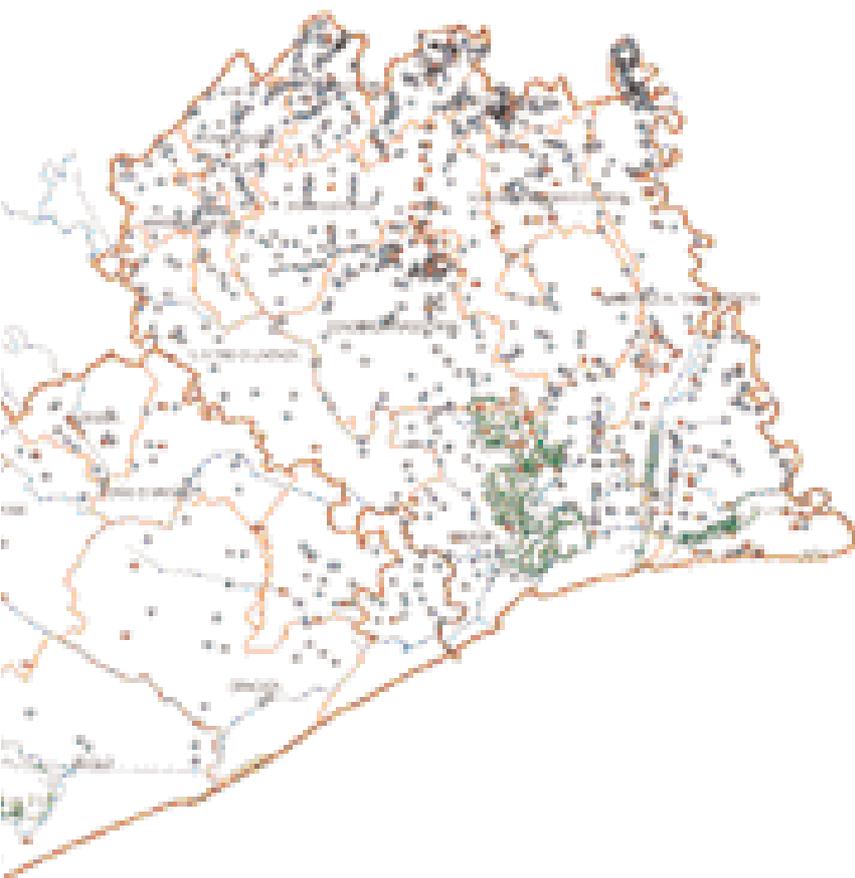
A breve distanza dal «campo-pozzi» di quest'acquedotto sono ubicati i pozzi di uno stabilimento di acque minerali (la San Benedetto) che prelevano dalla prima falda in pressione (a uso industriale) e dalla quinta falda in pressione, per imbottigliamento.

La Tabella 14, la Figura 27 e la Figura 28 evidenziano i pozzi e i prelievi censiti suddivisi sulla base degli usi prevalenti. Si noti come la maggior parte dei pozzi esistenti risultino a uso domestico e potabile privato e come sia rilevante il numero di pozzi a uso irriguo. A livello di quantità prelevate, l'importanza di questi pozzi diminuisce ma si mantiene comunque su valori elevati anche perché proprio in corrispondenza con questi pozzi si hanno spesso sprechi per l'abitudine di

<sup>3</sup> La zona industriale di Marghera viene alimentata da un acquedotto industriale, in sostituzione dei numerosi pozzi utilizzati a questo scopo fino al 1975.

Figura 26. *Distribuzione dei pozzi ad erogazione spontanea*





### Legenda

- |   |   |
|---|---|
|  Aree ind. idrogeologica |  Pozzo ad erogazione non spontanea |
|  Confini comunali        |  Pozzo ad erogazione spontanea     |
|  Fiumi                   |   |
|  Isole e laguna          |   |
|  Canali di colmata       |   |
|  Barriere naturali       |   |

scala 1:350.000

mantenere i pozzi artesiani a erogazione continua. Sempre in comune di Scorzè, località Ca' Nave, vi sono due pozzi dell'ASPIV, pure utilizzati a scopo acquedottistico, ma con prelievi decisamente inferiori. Rilevante è anche la presenza di numerosi pozzi definiti come uso «fontana pubblica»; si tratta di pozzi diffusi in tutta la provincia, in genere di proprietà comunale, che antecedentemente alla costruzione delle reti acquedottistiche garantivano l'approvvigionamento idrico di paesi e frazioni. Molte di queste fontane pubbliche sono ora inserite nella rete di monitoraggio delle acque sotterranee (si veda il capitolo 8). In Tabella 15 e in Figura 29 vengono sintetizzati i prelievi esistenti suddivisi in tre tipologie: acquedottistico, da area di concessione mineraria e da pozzi privati (a loro volta divisi per aree).

### 7.5. EVOLUZIONE DELLO SFRUTTAMENTO

Particolarmente complessa ma anche di notevole interesse pratico risulta l'analisi dell'evoluzione dello sfruttamento delle acque sotterranee nella provincia di Venezia; purtroppo i dati pregressi sull'entità degli emungimenti sono molto limitati.

Infatti:

1. Le falde confinate della media e bassa pianura veneta non sono mai state oggetto di studi idrogeologici di dettaglio; inoltre mancano misure piezometriche sistematiche (assenza di una rete di monitoraggio).

2. Dati di confronto di dettaglio sulla ubicazione dei pozzi e sulle portate prelevate esistono solo per l'inizio degli anni settanta e relativamente all'area compresa tra il Brenta e il Piave<sup>4</sup>. Essi derivano dalle indagini eseguite in quel periodo per studiare la subsidenza dell'area veneziana (Ministero dei lavori pubblici, 1969-72; Ministero dei lavori pubblici, 1974), che, tra l'altro, portarono alla realizzazione di un catasto dei pozzi artesiani con la realizzazione di due censimenti pozzi relativi al 1966 e al 1972.

Di conseguenza, per analizzare l'evoluzione dello sfruttamento nelle aree prive di dati pregressi, si sono effettuate delle valutazioni basate sull'anno di costruzione dei pozzi.

<sup>4</sup> Alcuni dati di confronto sui prelievi acquedottistici sono riportati in Amministrazione della Provincia di Venezia (1981).

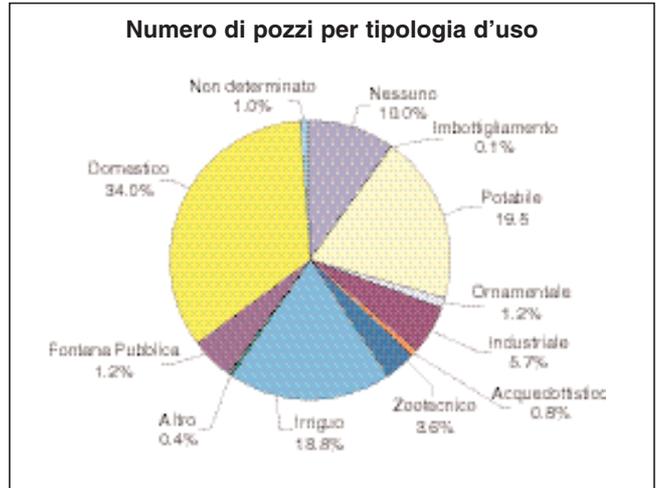


Figura 27. Numero pozzi (percentuale sul totale) suddivisi per tipo di utilizzo

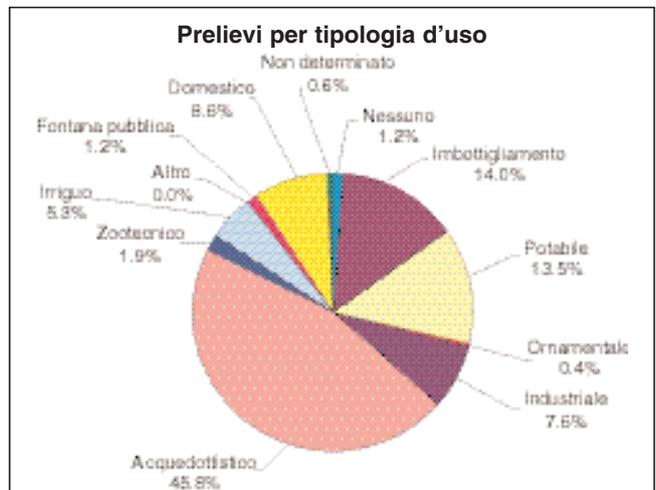


Figura 28. Portate prelevate (%) suddivise per tipologia

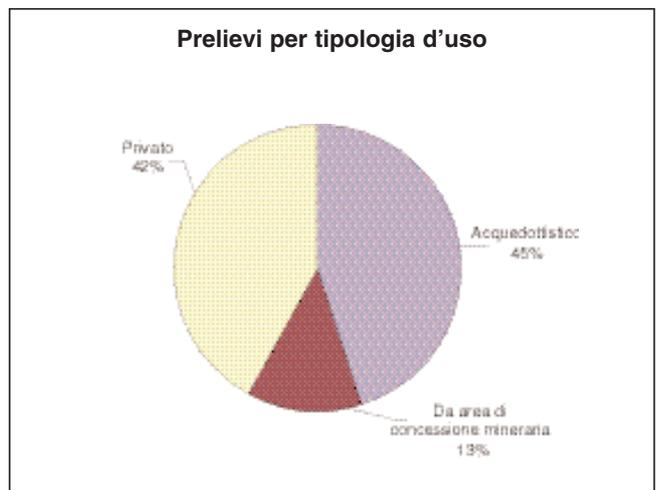


Figura 29. Prelievi misurati (%) suddivisi per tipologia

Tabella 16. *Confronto tra i dati relativi ai censimenti esistenti per l'area compresa tra il Brenta e il Piave*<sup>a</sup>

Comune	Area (kmq)	N. Pozzi 1966	N. Pozzi 1972	N. Pozzi 1990-97	Portata (l/s) 1966	Portata (l/s) 1972	Portata (l/s) 1990-97
Campagna Lupia *	87,7	0	21	4	0,0	1,0	0,0
Campolongo Maggiore *	23,6	1	2	28	0,0	0,0	0,5
Camponogara	21,4	1	12	16	0,0	1,0	0,0
Chioggia *	185,0	0	40	44	0,0	35,0	8,5
Dolo	24,2	2	18	10	2,0	3,0	0,0
Fiesso d'Artico	6,3	0	5	11	0,0	0,0	0,0
Fossalza di Piave	9,7	nd <sup>b</sup>	12	7	nd	3,0	0,6
Fossò	10,1	0	3	23	0,0	0,0	0,2
Jesolo	72,9	9	31	17	2,0	1,0	1,4
Marcon	23,6	18	99	47	8,0	19,0	7,8
Martellago	20,1	43	30	63	10,0	6,0	25,7
Meolo	26,7	16	34	17	5,0	2,0	0,4
Mira *	98,9	1	49	54	0,0	28,0	5,1
Mirano	45,7	14	28	15	7,0	10,0	6,9
Musile di Piave	45,1	14	26	12	2,0	2,0	0,6
Noale	24,6	162	345	136	43,0	31,0	100,4
Pianiga	21,2	4	30	24	1,0	2,0	0,1
Quarto d'Altino	28,2	32	38	26	5,0	2,0	2,1
Salzano	17,2	6	25	30	8,0	7,0	29,3
S.Maria di Sala	27,3	3	453	24	2,0	6,0	17,2
Scorzé	33,3	685	1044	900	269,0	926,0	1921,8
Spinea	15,0	11	56	14	7,0	3,0	4,1
Stra	8,8	1	9	4	1,0	0,0	0,0
Venezia e Cavallino-Treporti *	457,2	62	1009	390	279,0	656,0	32,4
Vigonovo *	12,8	0	0	14	0,0	0,0	0,0
Totale	1346,3	1085	3419	1928	651,0	1744,0	2165,1

<sup>a</sup> Per i comuni contrassegnati da un asterisco (\*) i censimenti del 1966 e del 1972 si limitano alla parte di territorio ricadente tra Brenta e Piave, pari rispettivamente a:

Campagna Lupia:	30,0 kmq su 87,7 kmq	Mira:	59,0 kmq su 89,9 kmq
Campolongo Maggiore:	10,8 kmq su 36,6 kmq	Venezia e Cavallino-Treporti:	286,0 kmq su 457,2 kmq
Chioggia:	34,4 kmq su 185,0 kmq	Vigonovo:	4,9 kmq su 12,8 kmq

<sup>b</sup> Il comune di Fossalza di Piave non era compreso nel censimento-pozzi del 1966.

### 7.5.1. *Confronto nelle aree per cui si dispone di dati pregressi (area tra Brenta e Piave)*

In Tabella 16 si riporta un confronto tra i dati relativi ai tre censimenti pozzi disponibili.

In Figura 30 e in Figura 31 si riportano alcuni diagrammi di sintesi degli stessi dati.

L'analisi dei dati evidenzia:

1. I prelievi, in tutti e tre i censimenti, risultano concentrati in quella che è stata definita come area di risorsa idropotabile e, relativamente al solo periodo 1966-1972, anche in comune di Venezia (zona industriale di Marghera);

2. L'area di Media Pianura coincidente con l'alto Miranese (comuni di Scorzé, Noale e parte settentrionale dei comuni di Martellago e Salzano) si conferma come area a grande densità di prelievi con una tendenza all'aumento dei prelievi e del numero di pozzi, ma soprattutto, come dettagliato più avanti, con una

progressiva tendenza a un approfondimento dei pozzi dalla prima falda confinata (20-60 m dal p.c.) a quelle più profonde, in particolare la quinta (260-300 m dal p.c.; si veda la Figura 32). Ciò è particolarmente evidente in comune di Scorzé dove il numero dei pozzi risulta nel complesso invariato; anche se nel 1972 i pozzi risultano per oltre il 90% intercettanti il primo acquifero confinato (che all'epoca era in quasi tutto il comune con prevalenza al di sopra del piano di campagna) e nel 1992 già il 27% dei pozzi risulta prelevare da acquiferi a profondità superiore a 260 metri, per effetto di una notevole depressurizzazione del primo acquifero.

3. L'area di Marghera, dove negli anni settanta si avevano attingimenti superiori a 50 l/s/km<sup>2</sup>, è ora una zona ad attingimenti ridotti (si vedano i dati relativi al comune di Venezia in cui Marghera ricade). La portata estratta a scopo industriale da falde confinate, prima che venisse imposta la chiusura dei pozzi arte-

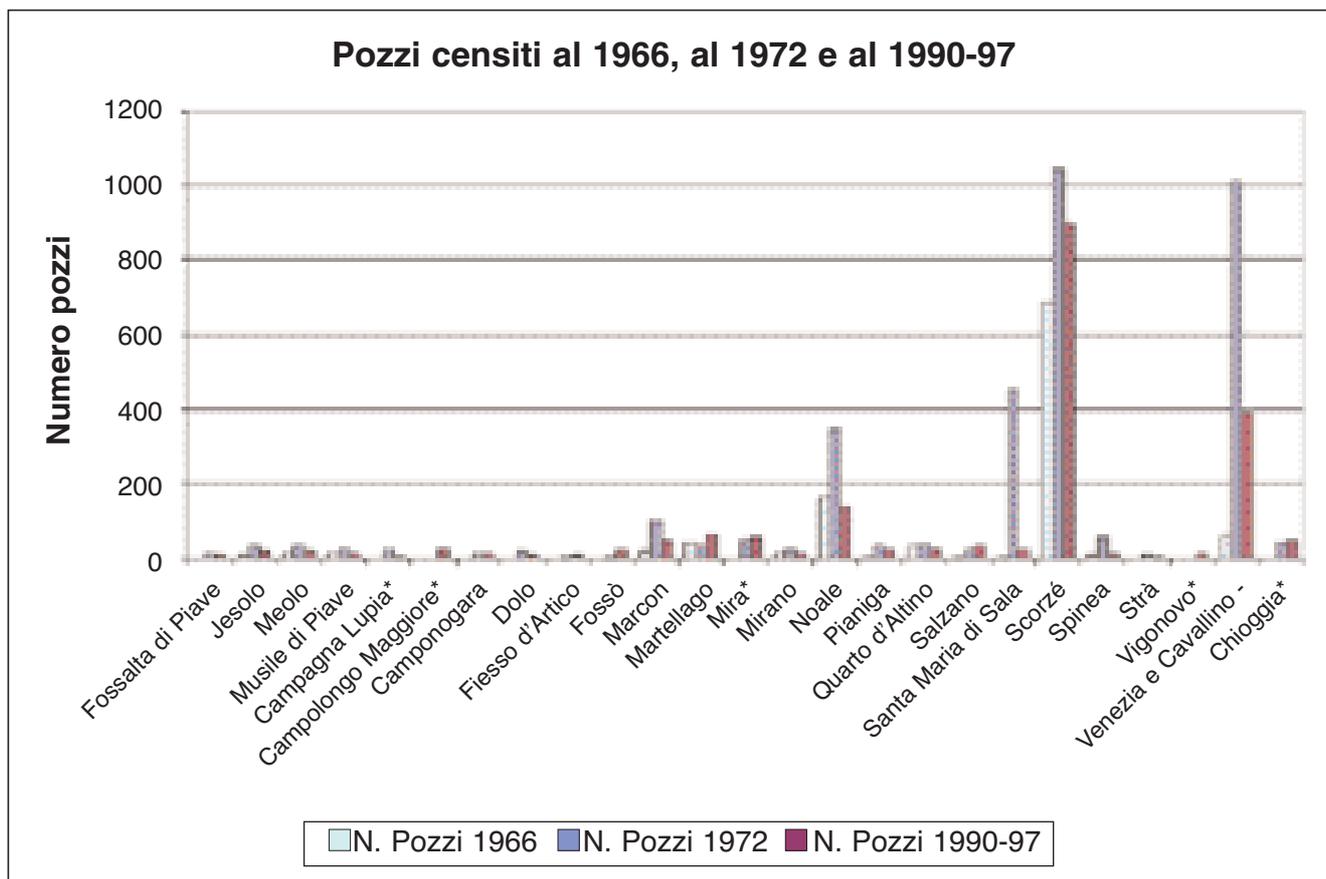


Figura 30. Pozzi censiti al 1966, 1972 e 1990-97 per l'area compresa tra il Brenta e il Piave (con asterisco vengono segnati i comuni per i quali i censimenti del 1966 e del 1972 avevano interessato solo parte del comune)

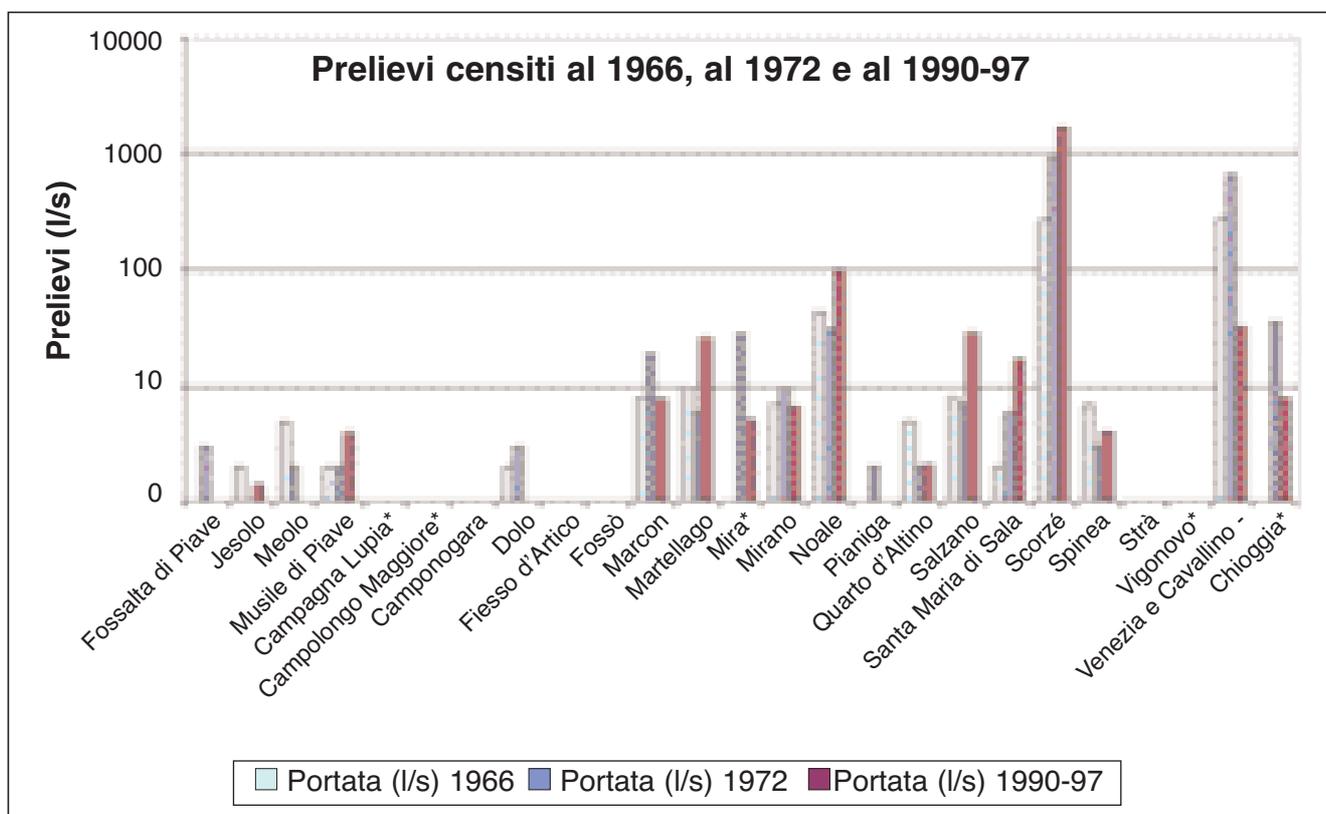


Figura 31. Prelievi censiti al 1966, 1972 e 1990-97 per l'area compresa tra il Brenta e il Piave (con asterisco vengono segnati i comuni per i quali i censimenti del 1966 e del 1972 avevano interessato solo parte del comune)



Figura 32. Numero di pozzi censiti relativi alla quinta falda (260-300 m di profondità) in comune di Scorzè, suddivisi per anno di costruzione

siani (per il problema subsidenza), era di circa 500 l/s. Dopo il 1975 questa portata si è praticamente annullata; ciò in seguito alla chiusura dei pozzi ordinata dal Magistrato alle Acque (voto n. 159 del 30 ottobre 1964 del Comitato Tecnico Amministrativo del Magistrato alle Acque; divieto peraltro confermato dall'art. 60 del Piano di Area della Laguna e dell'Area Veneziana-PALAV<sup>5</sup>, per tutti i comuni interessati, ovvero per tutta l'area circumlagunare<sup>6</sup>). La chiusura dei pozzi (avvenuta tramite chiusura dei relativi quadri elettrici) avvenne nel periodo marzo-settembre 1975. Contemporaneamente venne aperto l'acquedotto industriale che porta fino a Marghera acque prelevate dal Sile in comune di Quarto d'Altino.

4. L'area del Cavallino vede un aumento sia nel numero di pozzi (oltre 200) che nell'entità dei prelievi, i quali in termini assoluti rimangono comunque molto limitati (circa 20 l/s con elevata fluttuazione stagionale); l'acquifero qui sfruttato, un tempo artesiano, è ora solamente risaliente<sup>7</sup>.

5. Le rimanenti aree confermano prelievi sostanzial-

mente ridotti e molto spesso in diminuzione sia come numero di pozzi sia come prelievi complessivi. Ciò è in relazione con la bassa qualità naturale (classe «0» del D.Lgs 152/99) e con la bassa trasmissività delle falde, che hanno determinato, via via che anche le aree più isolate venivano allacciate agli acquedotti, il progressivo abbandono degli approvvigionamenti idrici autonomi (in particolare laddove le falde risultano non artesiane).

6. Va rilevato che già negli anni settanta veniva segnalata la rilevante quantità di acqua sprecata dai pozzi lasciati a erogazione spontanea; tale quantità era stata misurata per l'intera area tra il Brenta e il Piave (compresa l'area al di fuori della provincia di Venezia) pari a 4.6 m<sup>3</sup>/s (legata a un numero complessivo di 7300 pozzi censiti) (Ministero dei lavori pubblici, 1974).

### 7.5.2. Rimanenti aree

Per le aree ove non si hanno dati di confronto relativamente alla tendenza evolutiva dello sfruttamento delle falde mancano dati precisi sulle portate emunte nel tempo; in questo caso importanti informazioni si possono ottenere valutando l'anno di costruzione dei pozzi.

La Tabella 17 e la Figura 33 evidenziano il dato per l'intera provincia.

In generale vi è un andamento crescente nello sfruttamento delle falde. Esso però non è uniforme, né per quanto riguarda le aree, né per quanto riguarda la profondità delle falde sfruttate.

Infatti, come evidenziato dai singoli stralci territoriali dell'indagine idrogeologica, vi sono aree in cui si sono avuti notevoli incrementi nel tempo, in particolare per alcuni acquiferi, e altre in cui si è avuta una diminuzione dello sfruttamento.

Le aree che dispongono di minori risorse, in particolare per gli aspetti qualitativi (per questo aspetto si rimanda al capitolo successivo), hanno visto bassi in-

<sup>5</sup> Provvedimento del Consiglio Regionale 9 novembre 1995, n. 70 (pubblicato sul suppl. al n. 8 del Bollettino Ufficiale della Regione Veneto del 26 gennaio 1996).

<sup>6</sup> L'articolo 60 del PALAV recita: «Nelle aree soggette alle disposizioni della legislazione speciale per Venezia, incluse nell'ambito territoriale disciplinato dal presente piano, è vietato, ai sensi dell'articolo 3, lettera c), Legge 16 aprile 1973, n. 171, il prelievo delle acque sotterranee e di altri fluidi che possano determinare pregiudizio per le aree interessate dal presente piano, fatto salvo quanto legalmente e regolamente autorizzato per le aree prive di rete idropotabile di distribuzione». I comuni interessati dal PALAV sono (art. 3): Campagna Lupia, Camponogara, Codevigo (Padova), Chioggia, Dolo, Jesolo, Marcon, Martellago, Mira, Mirano, Mogliano Veneto (Treviso), Musile di Piave, Quarto d'Altino, Salzano, Spinea, Venezia.

<sup>7</sup> Particolare risulta la situazione del litorale del Cavallino, area costie-

ra soggetta a subsidenza naturale. Si ricorda che la fiorente attività orticola presente al Cavallino utilizza le acque sotterranee a scopi irrigui. La normativa vigente prevederebbe la chiusura dei pozzi e la loro sostituzione con acque superficiali che dovrebbero essere condotte da un apposito acquedotto attualmente in progetto. In precedenza era stata fissata una proroga, fino al 1999, della chiusura dei pozzi. Attualmente questo delicato tema è in fase di discussione in sede di normativa nazionale. Si ricorda inoltre che di recente la Regione Veneto ha affidato al CNR di Venezia un incarico per valutare la possibilità di accentuazione della subsidenza, in seguito allo sfruttamento delle acque sotterranee (DGR n. 3093 del 1 settembre 1998, pubblicato sul BURV n. 88 del 29 settembre 1998: *Verifica degli emungimenti di acqua di falda da pozzo, ad uso irriguo, sui fenomeni di subsidenza nelle aree del Cavallino-Treporti, Punta Sabbioni e S. Erasmo. Conferimento incarico*). Di tale lavoro esiste anche una sintesi pubblicata (Dazzi et alii, 1999).

Tabella 17. Pozzi censiti suddivisi per anno di costruzione

Anno di costruzione	Numero pozzi
Posteriori al 1980	1117
1965-1980	499
1950-1965	638
Antecedenti al 1950	396
Anno di costruzione non noto	619
<b>Totale</b>	<b>2650</b>

crementi, o una diminuzione nell'entità dei prelievi, mentre le aree con maggiore presenza di risorse hanno avuto, in genere, degli incrementi.

Tale fatto è evidente ad esempio nell'area del Saronatese.

In Figura 34 si riporta il numero di pozzi censiti per ogni singola falda in relazione all'anno di costruzione. Per facilità di rappresentazione sono stati indicati quattro periodi di tempo.

Da una prima analisi emerge l'elevato numero di pozzi terebrati tra gli anni venti e cinquanta, ossia durante la realizzazione delle grandi bonifiche e negli anni successivi, specialmente nella località Ca' Corniani in comune di Caorle. Probabilmente il numero di pozzi costruiti durante questo periodo è assai più elevato, ma molti di questi sono stati poi abbandonati o chiusi a causa dell'esaurimento delle falde acquifere cui attingevano e quindi se ne è persa traccia, in particolare dopo la costruzione delle reti acquedottistiche.

L'esame del diagramma conferma l'intenso sfruttamento a cavallo degli anni trenta; inoltre si evidenzia che solo il numero dei pozzi che attingono alla prima falda ha un'evoluzione positiva mentre, per quanto riguarda le altre classi di profondità, essa è negativa o altalenante. Infine, si rileva che i pozzi più profondi sono i più recenti; ciò è legato all'evoluzione delle tecniche di perforazione che permette la terebrazione di pozzi anche a notevoli profondità con costi e tempi non eccessivamente elevati.

Analoga situazione si riscontra nell'area meridionale (comuni di Cona, Cavarzere e Chioggia).

In quest'area lo sfruttamento delle acque sotterranee può risentire dell'effetto del cuneo salino e i pozzi di nuova costruzione risultano in prevalenza pozzi a uso domestico a debole profondità, come evidenziato nella Figura 35.

Nel Portogruarese si ha una tendenza all'incremento nello sfruttamento di falde profonde, che in una vasta parte del territorio risultano termali.

Significativa di questo andamento è la Figura 36, che illustra come le falde profonde oltre i 480 metri (con acque a temperatura superiore ai 27°C) siano state raggiunte da numerosi nuovi pozzi, in particolare a parti-

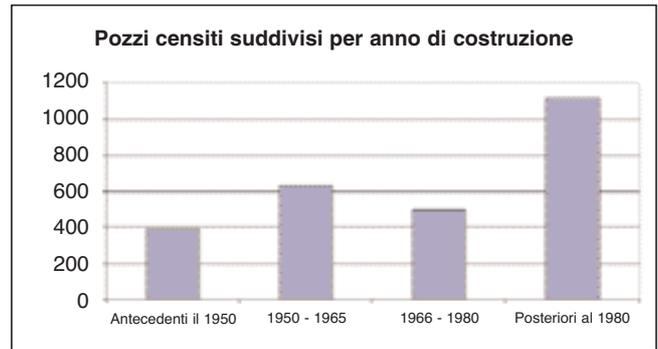


Figura 33. Numero di pozzi censiti suddivisi per anno di costruzione (numero di pozzi su cui è disponibile il dato: 2650)

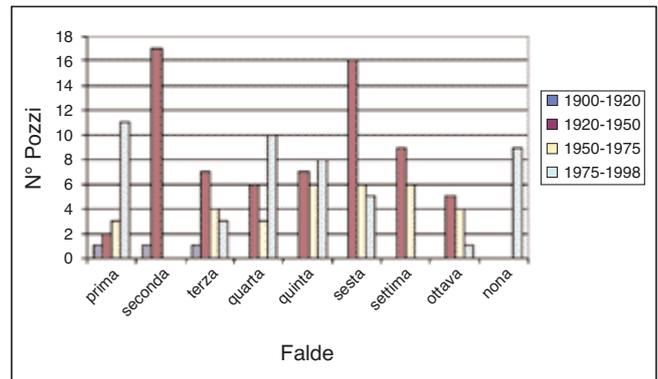


Figura 34. Pozzi censiti suddivisi per anno di costruzione e intervallo di profondità. Saronatese

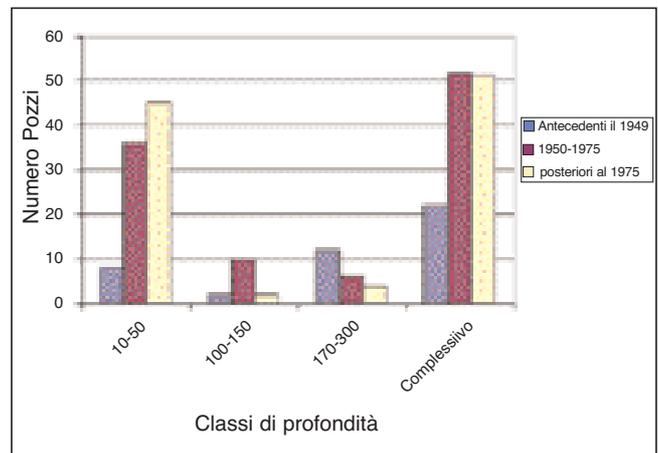


Figura 35. Pozzi censiti suddivisi per anno di costruzione e intervallo di profondità. Area Meridionale (comuni di Cona, Cavarzere e Chioggia)

re dal 1985 (ciò in rapporto anche alla evoluzione delle tecniche di perforazione). Questo fatto comporta problemi in ordine alla gestione della risorsa acqua (e della risorsa geotermica) di grande importanza, che verranno discussi nel successivo capitolo 10.

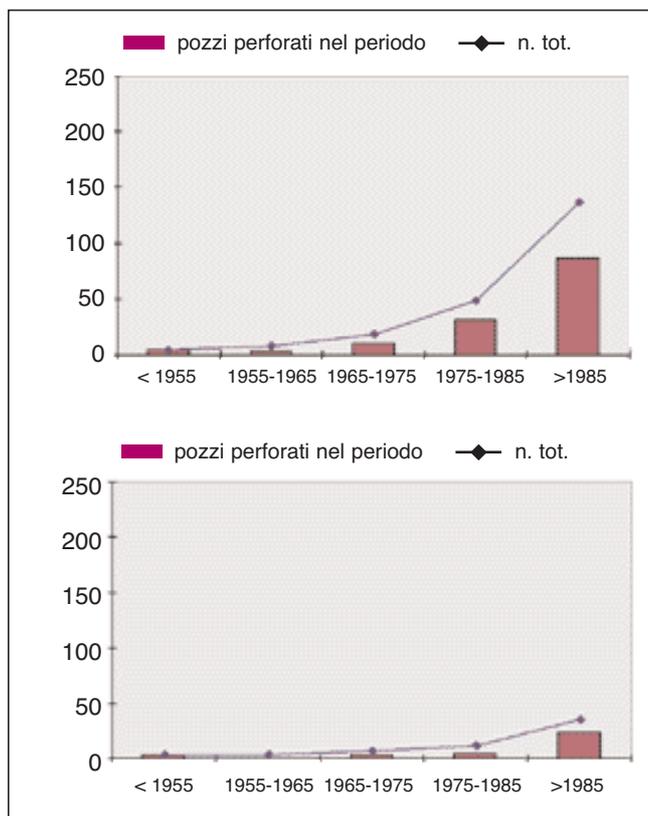


Figura 36. Numero di pozzi costruiti suddivisi per anno di costruzione per gli intervalli di profondità 480-560 m e > 580 m. Portogruarese

#### 7.6. CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELLE ACQUE

Dati sistematici sulle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee risultano limitati. Infatti essi si concentrano su un basso numero di punti di prelievo, ovvero sui pozzi a uso acquedottistico e per l'imbottigliamento. Altri dati sistematici si hanno su alcune «fontane» di proprietà comunale, limitatamente al territorio di competenza dell'ASL 13 di Dolo.

Allo scopo di avere sull'intero territorio provinciale una prima caratterizzazione delle acque, si sono eseguite nei sopralluoghi ai pozzi misure sperimentali (su circa 2000 punti) dei seguenti parametri:

- Conducibilità elettrica
- Contenuto in Ferro
- Contenuto in Ammoniaca

La scelta di questi parametri deriva dal fatto che spesso le falde in pressione della Pianura Padana risultano non potabili per eccesso naturale di Ferro e Ammoniaca.

Allo scopo di avere un quadro il più possibile completo si sono inoltre raccolte, nella fase di censimento pozzi, le analisi chimiche eseguite a vari scopi da Enti pubblici e da privati. In tale modo sono state raccolte 222 analisi relative al 6.8% dei pozzi censiti. Tali anali-

si risultano disuniformi per periodo e modalità di campionamento e per metodologie analitiche utilizzate.

Misure sistematiche sono attualmente in corso su circa 70 punti inseriti nella rete di monitoraggio delle acque sotterranee, recentemente progettata dalla Provincia di Venezia.

La Figura 37, la Figura 38 e la Figura 39 riportano le misure di Ferro e Ammoniaca eseguite. Si evidenziano i pozzi che risultano potabili riguardo ai parametri Ferro e Ammoniaca, nonché quelli che risultano potabili rispetto a entrambi i parametri (risorsa idropotabile).

Le acque con caratteristiche migliori si trovano nell'area di risorsa idropotabile (comuni di Scorzè, Noale, Salzano e Martellago e alto Portogruarese). Verso valle le acque sono frequentemente non potabili a causa di eccesso di Ammoniaca (e spesso anche di Ferro) riconducibile a fenomeni naturali<sup>8</sup>.

Le analisi effettuate hanno permesso di delimitare un'area di risorsa idropotabile corrispondente al comune di Scorzè, alla parte settentrionale dei comuni di Martellago, Noale e Salzano e all'alto Portogruarese; quest'area si collega a una più vasta fascia di media pianura posta nelle province di Padova, Treviso e Pordenone.

L'area di risorsa idropotabile coincide (si veda la Tavola 6) con l'area in cui si hanno elevati prelievi (portate emunte > 2 l/s/km<sup>2</sup>) a scopo plurimo (tra cui grande rilevanza assume quello acquedottistico); nelle aree al di fuori dei centri urbani si ha generalmente la presenza di un pozzo artesiano in ogni abitazione (e frequentemente anche nei centri urbani).

In quest'area non solo risultano qualitativamente buone le acque, ma si ha anche elevata trasmissività (acquiferi in ghiaia).

<sup>8</sup> Lo *Studio per la revisione del piano regolatore degli acquedotti del Veneto* (IRSEV, 1977) aveva analizzato, seppure a scala regionale, la distribuzione delle torbe nelle stratigrafie di pozzo e la distribuzione dell'ammoniaca. Riguardo la presenza di ammoniaca in varie falde confinate della pianura veneta aveva concluso che: «lo studio dettagliato delle diverse falde in singoli pozzi ha mostrato in modo chiaro che esso è legato a intercalazioni torbose che si trovano nell'acquifero o a poca distanza a tetto e a letto di esso. Intercalazioni torbose nel corpo dei pacchi argillosi che separano le falde sembrano dare origine a alterazioni molto ridotte. La definizione delle aree di possibile alterazione non è agevole sia perché livelli torbosi sono presenti in quasi tutti i pozzi, in posizioni stratigrafiche diverse e con differenti spessori, sia perché i dati litologici di cui si dispone non sono sufficientemente precisi e non permettono un'analisi accurata. E' da aggiungere che le imperfette sistemazioni di molti pozzi consentono interscambi fra i diversi acquiferi rendendo più difficile la identificazione del livello inquinante [inquinante è qui inteso in senso di inquinamento di origine naturale, n.d.r.] dal quale l'alterazione ha origine. [...] Si può notare che i depositi torbosi, legati ad antichi ristagni in anse morte dei fiumi o negl'interfiumi, hanno una distribuzione irregolare sia areale che verticale e non sono facilmente prevedibili».

Figura 37. Distribuzione dei pozzi con concentrazione di ammoniaca al di sopra e al di sotto del limite di potabilità (0.5 mg/l)





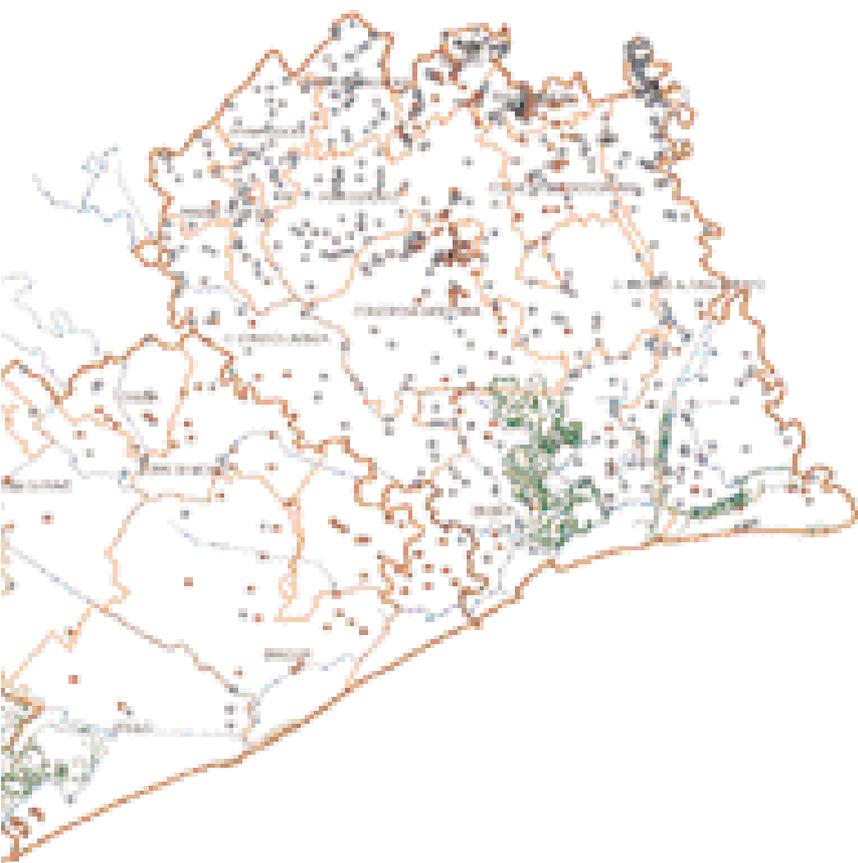
### Legenda

- |   |                         |   |                                     |
|---|-------------------------|---|-------------------------------------|
|  | Area ind. idrogeologica |  | Pozzo con<br>ammoniacale < 0,5 mg/l |
|  | Confini comunali        |  | Pozzo con<br>ammoniacale > 0,5 mg/l |
|  | Fiumi                   |   |                                     |
|  | Isole e laguna          |   |                                     |
|  | Casse di colmata        |   |                                     |
|  | Bacine naturali         |   |                                     |

scala 1:350.000

Figura 38. Distribuzione dei pozzi con concentrazione di Ferro al di sopra e al di sotto del limite di potabilità (0.2 mg/l)



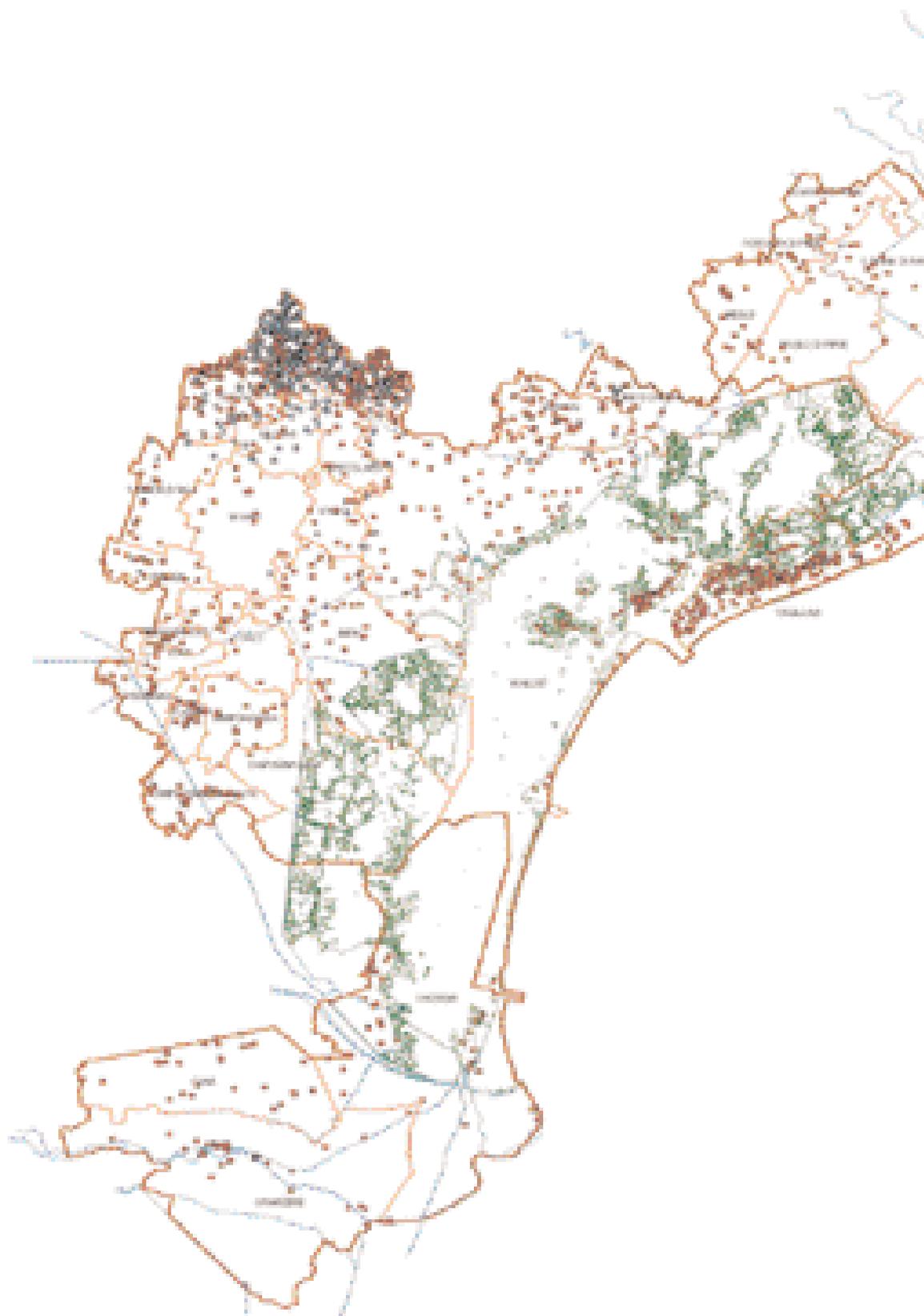


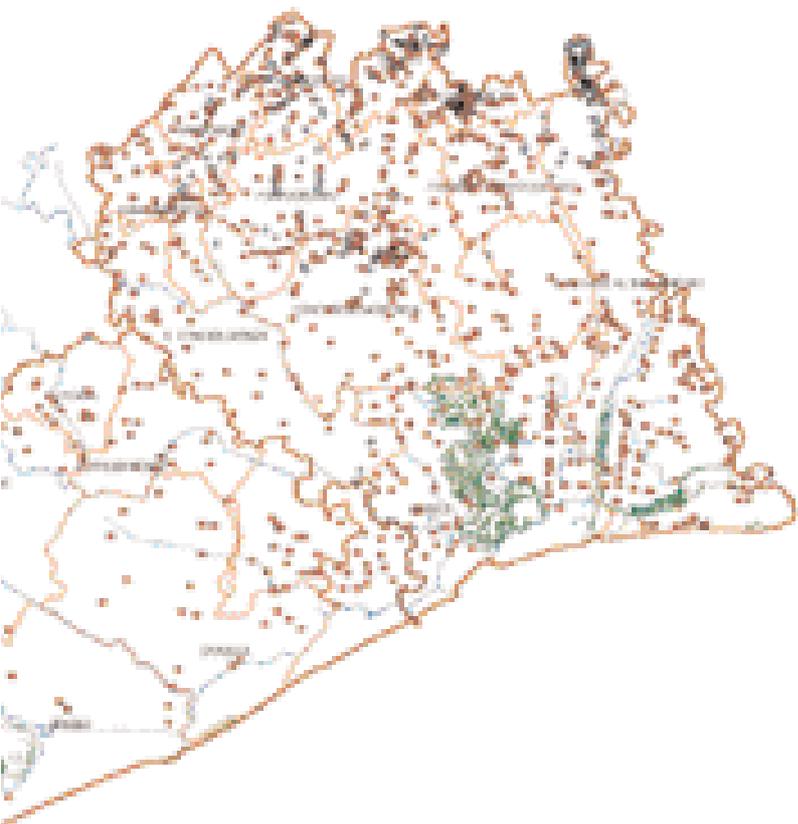
### Legenda

- |   |   |
|---|---|
|  Area ind. idrogeologica |  Pozzo con ferro <math>< 0,2 \text{ mg/l}</math> |
|  Confini comunali        |  Pozzo con ferro >math>> 0,2 \text{ mg/l}</math> |
|  Fiumi                   |   |
|  Isole e laguna          |   |
|  Casse di colmata        |   |
|  Barriere naturali       |   |

scala 1:350.000

Figura 39. Pozzi con acqua potabile rispetto ai parametri Ferro e Ammoniaca





### Legenda

- |   |  |
|---|--|
|  Aree ind. idrogeologica |  Pozzo con acqua non potabile rispetto a Fe e NH4 |
|  Confini comunali        |  Pozzo con acqua potabile rispetto a Fe e NH4     |
|  Fiumi                   |  |
|  Isole e laguna          |  |
|  Canali di colmata       |  |
|  Barriere naturali       |  |

scala 1:350.000

Va inoltre evidenziato che la velocità di deflusso della falda (che defluisce a scala regionale con direzione NW-SE) in tutta l'area indagata è molto modesta: in condizioni naturali (assenza di emungimenti) viene stimata, in territori con caratteristiche idrogeologiche analoghe, pari ad alcuni centimetri/giorno (nell'area indagata sono assenti misure sperimentali di velocità); l'entità dei prelievi in alcune zone a elevato emungimento dovrebbe comportare l'aumento della velocità di deflusso fino a un massimo stimato di qualche metro al giorno.

## 8. Il progetto «rete di monitoraggio»

### 8.1. GENERALITÀ

Sulla base dei risultati della *Indagine idrogeologica*, la Provincia di Venezia ha curato la progettazione idrogeologica di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee. Tale rete, perseguendo fini comuni con un progetto curato dalla Regione Veneto (e, ora, anche dall'ARPAV) finalizzato al monitoraggio idrogeologico degli acquiferi della Pianura Veneta, è stata realizzata in collaborazione con questi e altri enti. In collaborazione con tali enti è prevista la pubblicazione dei dati. In questo capitolo si presenta una breve sintesi dei risultati, in parte già pubblicati in Aurighi *et alii* (1999). Il lavoro si è articolato nelle seguenti fasi:

- a) verifica, analisi critica e omogeneizzazione dei dati idrogeologici e idrochimici esistenti relativi all'intero territorio provinciale (definizione del modello idrogeologico di riferimento);
- b) definizione dei criteri di realizzazione della rete (in collaborazione con il Dipartimento Ambiente della Regione Veneto);
- c) definizione di un primo schema di rete qualitativa e quantitativa sulla base dei dati esistenti, con particolare riferimento alla *Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia* e all'*Archivio informatizzato delle prove geognostiche della Provincia di Venezia*;
- d) verifica delle condizioni idrogeologiche dei punti di controllo scelti, loro selezione, realizzazione delle schede-pozzo e delle relative cartografie;
- e) definizione del metodo informatico di archiviazione dei dati, nonché del sistema di elaborazione dati, di georeferenziazione e di restituzione cartografica degli stessi coerentemente con quelli definiti dal Dipartimento Ambiente della Regione Veneto;
- f) archiviazione informatizzata dei dati, utilizzando la strumentazione informatica della Provincia, presso gli Uffici della Provincia stessa;
- g) ottimizzazione della rete;
- h) definizione degli standard di gestione della rete.

### 8.2. OBIETTIVI

Obiettivi della rete di monitoraggio risultano principalmente (si confronti, ad esempio, Beretta, 1995) i seguenti:

- raccogliere informazioni sullo stato della qualità di un sistema idrogeologico e sulle sue modificazioni nel tempo e nello spazio a scala regionale;
  - raccogliere informazioni sulla quantità di acqua contenuta negli acquiferi e sulla evoluzione delle piezometrie nel tempo;
  - proteggere le aree di ricarica e/o vulnerabili degli acquiferi;
  - salvaguardare il sistema di approvvigionamento idrico pubblico;
  - prevedere e/o seguire fenomeni regionali di contaminazione delle acque;
  - determinare l'estensione regionale della contaminazione e le sue conseguenze sulla qualità del sistema idrogeologico;
  - proporre modifiche ai progetti di gestione della risorsa;
  - valutare priorità economiche, sociali ed ecologiche.
- Questi obiettivi risultano comuni anche al citato progetto della Regione Veneto.

Perseguendo obiettivi comuni, Regione Veneto e Provincia di Venezia all'inizio del 1997 hanno sottoscritto un protocollo di intesa che impegna i due enti a lavorare in stretta collaborazione, nel quadro di comuni iniziative, nel campo dell'idrogeologia e in particolare per la realizzazione del progetto «rete di monitoraggio» relativamente al territorio veneziano.

Con l'istituzione dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) varie competenze in materia di monitoraggi ambientali sono passate a tale ente che, pertanto, si è preso in carico il compito di proseguire le attività legate al monitoraggio e le collaborazioni avviate con la Provincia di Venezia.

### 8.3. PROBLEMATICHE SPECIFICHE

Il progetto si è occupato principalmente delle falde in pressione, anche se è presente un limitato numero di punti di monitoraggio della falda freatica<sup>1</sup>.

Nella realizzazione del progetto *Rete di monitoraggio*

<sup>1</sup> Si ricorda che ad oggi manca una indagine idrogeologica delle falde freatiche della provincia di Venezia, che dovrebbe prendere avvio nel 2001, in quanto stabilito nel *Programma di governo 1999-2004* votato dal Consiglio Provinciale.

delle acque sotterranee in provincia di Venezia si è dovuto tener conto di alcune problematiche specifiche, legate alla particolare struttura geologica della provincia di Venezia, alle caratteristiche costruttive dei pozzi esistenti ed agli usi delle acque.

In particolare, con riferimento a quanto esposto in altre parti di questo lavoro va osservato che:

- 1) nelle aree in cui i pozzi sono a erogazione spontanea, si ha la diffusa abitudine di lasciare i pozzi a erogazione continua: ciò sta comportando una progressiva diminuzione della quota piezometrica delle falde;
- 2) negli ultimi anni, nell'area della risorsa termale, sono proliferati pozzi profondi (500-600 m) che, oltre a problemi di tipo amministrativo (irregolarità e/o abusivismo degli approvvigionamenti), comportano una serie di rischi ambientali legati alla depressurizzazione degli acquiferi (subsidenza e problemi connessi, particolarmente allarmanti in un'area di bonifica quasi totalmente posta a quote inferiori al livello del mare e confinante col mare stesso);
- 3) vi è una diffusa presenza di falde che, per cause naturali, risultano non potabili per eccesso di ferro e ammoniacale, a cui possono essere associati altri metalli tra cui l'arsenico (si tratta di acque che, secondo il recente D.Lgs. 152/99, vanno classificate in «classe 0»);
- 4) sono diffusi gli approvvigionamenti idrici autonomi a scopo potabile (aree non servite da acquedotto o mancato allacciamento da parte dei privati, pure in presenza di una adiacente rete acquedottistica);
- 5) la struttura idrogeologica è composta da una serie di falde confinate sovrapposte; in alcune aree, infatti, si hanno 10 falde nei primi 600 m di sottosuolo.

Un corretto monitoraggio in queste condizioni prevederebbe la presenza di una rete per ciascun acquifero. Di fatto ciò risulta, oltre che complesso, eccessivamente oneroso. Si è pertanto adottato il criterio di privilegiare il controllo degli acquiferi maggiormente significativi sulla base dei risultati della *Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia*.

È utile precisare che sono stati comunque selezionati alcuni pozzi in tutte le falde esistenti. Infatti possono esistere interconnessioni tra i vari acquiferi, attraverso livelli semipermeabili e, soprattutto, per la diffusissima presenza di pozzi emungenti falde diverse o male o affatto cementati in presenza di acquiclude<sup>2</sup>.

- 6) si registra la presenza di numerosi pozzi privi di stratigrafia; tale elemento non solo riduce drasticamente il numero di pozzi ove il monitoraggio è realizzabile in modo ottimale, ma rende difficile l'esecuzione

di profili idrogeologici, fondamentali per l'interpretazione dei dati raccolti;

- 7) vi è in generale perdita di efficienza dei pozzi che emungono acquiferi in pressione; nei pozzi artesiani, in particolare quando non siano stati correttamente costruiti, con il passare del tempo si possono verificare fenomeni di intasamento e/o di incrostazione dei filtri che provocano la diminuzione dell'efficienza;

- 8) sull'intero territorio provinciale è presente una falda freatica che risulta però di limitato valore, il cui monitoraggio è, al momento attuale, piuttosto limitato; per quanto riguarda i controlli effettuabili sull'acquifero freatico si deve tener conto che:

- il monitoraggio è poco significativo da un punto di vista quantitativo, in quanto si tratta di una «falda» o, meglio, di tante falde limitate non intercomunicanti tra loro, il cui regime dipende da fattori locali (pluviometria, rete di scolo, idrovore...);

- la realizzazione di punti di controllo su questa falda permette di monitorare solo un'area limitata all'intorno;

- il monitoraggio è, per contro, altamente significativo per quanto riguarda la conoscenza del franco di bonifica, ma ciò necessita di numerosi punti di controllo e, in pratica, di un progetto ad hoc;

- il monitoraggio qualitativo non è significativo per quanto riguarda il possibile utilizzo di tale falda come risorsa a uso potabile e industriale; è invece significativo per quanto riguarda un eventuale uso agricolo (che però appare di limitata entità) e per quanto concerne l'analisi dello stato di inquinamento del primo sottosuolo;

- il monitoraggio qualitativo è inoltre significativo e importante per il problema del controllo del trasporto dei nitrati e di altri nutrienti da parte delle acque sotterranee alla rete scolante superficiale e in particolare della rete scolante in laguna.

Da quanto esposto ne consegue che la «soluzione ottimale» sarebbe quella di costruire appositi pozzi di monitoraggio, sia per la falda freatica che per le falde confinate. Ciò comporta costi rilevanti. Di conseguenza la rete si è basata su una selezione accurata di pozzi esistenti. Va rilevato comunque che si ritiene utile una eventuale integrazione della rete con alcuni punti appositamente dedicati al monitoraggio.

Riguardo alla densità dei punti di controllo va rilevato che questi non sono stati selezionati secondo maglie regolari ma in modo ragionato sulla base della struttura idrogeologica («modello idrogeologico di riferimento previsto dal D.Lgs. 152/99»).

#### 8.4. STATO ATTUALE DELLA RETE DI MONITORAGGIO

Come premesso, questa fase di lavoro è stata svolta in stretta collaborazione con la Regione Veneto.

<sup>2</sup> Va ricordato come tale errata modalità costruttiva dei pozzi rappresenti un pericolosissimo elemento di aumento di vulnerabilità degli acquiferi confinati. Infatti, l'interconnessione artificiale di falde tramite pozzi può portare all'inquinamento anche di falde profonde e «naturalmente» protette.

La Regione del Veneto aveva predisposto, all'inizio degli anni ottanta, una rete di monitoraggio costituita da circa 250 pozzi sulla quale furono effettuate alcune campagne di misura dei livelli di falda (negli anni 1981-1986); non furono invece condotte campagne di campionamento per la caratterizzazione qualitativa delle acque.

Nel 1995 è stato avviato un lavoro di revisione completa della rete regionale che ha comportato:

- una ricognizione su tutti i punti di controllo appartenenti alla rete;
- la realizzazione di nuove schede (informatizzate) contenenti i dati aggiornati;
- la sostituzione dei pozzi in disuso, o aventi caratteristiche giudicate non idonee, con nuovi pozzi;
- la selezione di nuovi pozzi a integrazione della rete, soprattutto nelle aree più vulnerabili;
- misure dei livelli di falda e misure di portata e analisi speditive su campioni d'acqua prelevati dai pozzi campionabili relative ad alcuni parametri chimici e chimico-fisici (temperatura, conducibilità elettrica, tenore di ammoniaca, ferro e nitrati).

Allo stato attuale la rete regionale è costituita da circa 350 pozzi, sui quali la Regione in un primo tempo e l'ARPAV successivamente hanno eseguito misure e campionamenti.

Per quanto riguarda la provincia di Venezia la rete è stata progettata *ex novo* nel periodo 1995-98, nell'ambito dell'apposito progetto promosso e finanziato dalla sola Provincia.

La rete di monitoraggio provinciale, divenuta poi parte della più ampia rete regionale, è costituita attualmente da oltre 80 pozzi, 12 dei quali, utilizzati per sole misure di livello, interessano la falda freatica; i rimanenti punti, che captano il sistema di falde in pressione, sono generalmente utilizzati anche per il controllo di qualità.

La Figura 40 riporta i pozzi appartenenti alla rete di monitoraggio qualitativa, mentre la Figura 41 quelli appartenenti alla rete di monitoraggio quantitativa. Infine la Figura 42 riporta tutti i pozzi di monitoraggio, suddivisi per classi di profondità<sup>3</sup>, nonché i raggruppamenti di pozzi eseguiti per le rappresentazioni grafiche riportate in Figura 43 e in Figura 45 (diagrammi di Piper e Schoeller).

## 8.5. ANALISI E DISCUSSIONE DEI DATI RACCOLTI

Sulla rete della Provincia di Venezia sono state a oggi (dicembre 2000) condotte varie campagne di misura

<sup>3</sup> Le figure riportano anche l'ubicazione di alcuni pozzi precedentemente utilizzati per il monitoraggio e ora dismessi.

dei livelli piezometrici (ottobre 1998, maggio 1999, luglio 1999 e novembre 1999, febbraio 2000, citando solo quelle svolte in modo sistematico) e 3 campagne di campionamento (ottobre 1998, maggio 1999 e novembre 1999).

Le indagini sono state svolte in collaborazione con la Regione, l'ARPAV e altri enti (Genio Civile, ASL di Dolo-Noale, Venezia, San Donà di Piave e Portogruaro, CNR-ISDGM di Venezia). Le analisi sono state eseguite dai laboratori del PMP e dell'ARPAV. Riguardo ai dati raccolti, la serie di misure è ancora limitata e quindi è possibile fare solo alcune considerazioni generali, relativamente ad andamenti temporali, in particolare per quanto riguarda gli aspetti quantitativi. Per quanto riguarda gli aspetti qualitativi, dato che il regime idrochimico delle falde confinate è poco variabile, è possibile già dare una prima caratterizzazione che dovrà essere aggiornata nel tempo.

### 8.5.1. Dati qualitativi

In Tabella 18 si riportano i dati medi relativi alle prime tre campagne disponibili (da Aurighi *et alii*, 1999; rielaborato). Si è ritenuto utile riportare questo dato proprio in ragione dell'evidenza della bassa variabilità stagionale dei parametri idrochimici monitorati. Infatti i valori medi misurati presentano scostamenti molto limitati (< 5-10%) rispetto ai valori misurati in fase di piena e in fase di magra<sup>4</sup>.

Utilizzando i dati della Tabella 18 si sono eseguite alcune elaborazioni con metodologie normalmente utilizzate in studi idrogeologici.

In Figura 43 si riportano le elaborazioni eseguite con il classico diagramma di Piper, che rappresenta il contenuto relativo dei principali anioni e cationi.

Ciascun diagramma riporta tutti i campioni disponibili e, evidenziati in rosso, i dati di una parte del territorio indagato<sup>5</sup>. La suddivisione si basa su quella del modello idrogeologico di riferimento (*Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia*) (per la suddivisione si veda la Figura 42).

Appare evidente come le diverse aree in cui è stato suddiviso il territorio provinciale abbiano acque con caratteristiche idrochimiche differenziate. Ciò è in rapporto con distinte situazioni geologico-strutturali e di alimentazione delle falde.

<sup>4</sup> Va precisato che non tutti i pozzi sono stati misurati su tutte e tre le campagne; per questi pozzi, in numero limitato complessivamente, ci si è basati sulle campagne disponibili. Per i parametri nitrati e conducibilità, nel calcolo del valore medio, non si è considerata la seconda campagna eseguita.

<sup>5</sup> Non si sono eseguite elaborazioni per l'Area Meridionale, dato il numero esiguo di campioni disponibile.

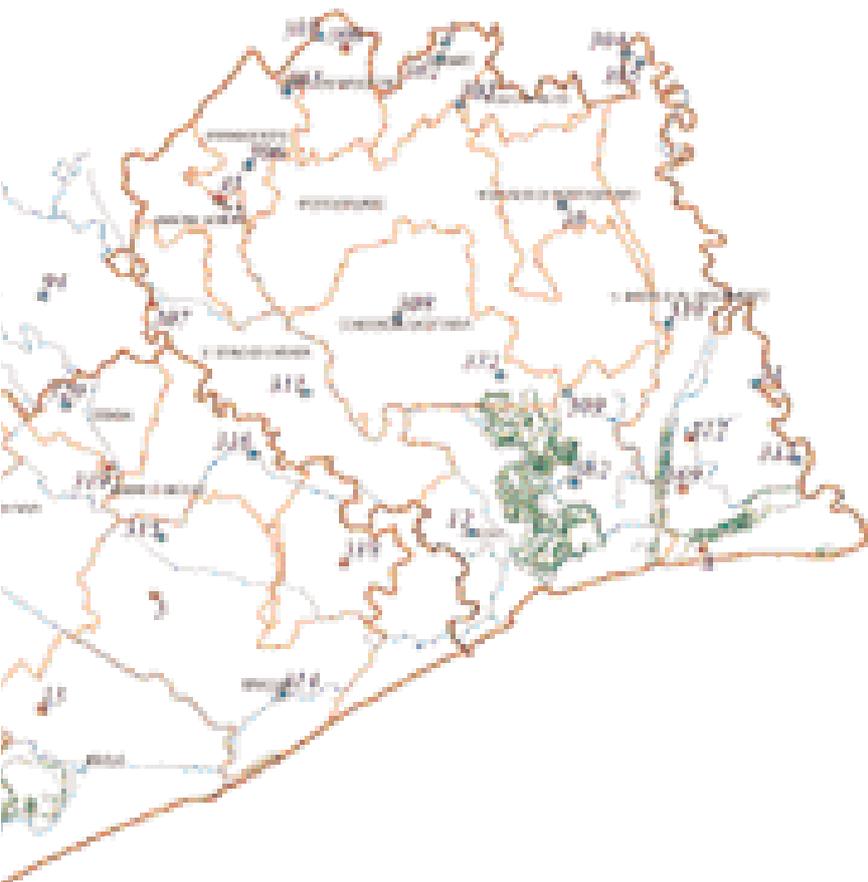
Tabella 18. Valori medi dei parametri misurati sulla rete di monitoraggio della provincia di Venezia (da Aurighi et alii, 1999; rielaborato)

Pozzo N. (indagine idrogeologica)	N. rete di monitoraggio (Regione)	Comune	Località	Prof.	pH	Organo alogenati (µg/l)	Cond (µS/cm) a 20°C	Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> ) (mg/l)	Fe <sup>2+</sup> (µg/l)	Cl (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)
168	2	Grugare	Bagnara	192	8.2	<1	330	259		1	8.7	42	21	9	1
9456	8	Venezia	Taru-Capitello	199	8.2	<1	323	256	<0,01	1	8.1	37	17	13	1
8031	7	Mira	Via della Ferrovia	200	8.3	<1	386	323		2	8.1	50	19	22	6
712	10	Fossalta di Portogruaro	Vado	200	8.0	<1	362	281		1	3.8	41	18	28	3
1076	19	Caorle	San Gastano	250	7.8	<1	549	447	<0,01	2	8.2	28	17	79	9
7103	16	Campolongo Maggiore	Bolon	320	8.1	<1	357	293		3	8.1	26	16	25	3
9410	17	Venezia	Alberoni	299	8.6		460	368		21	8.2	21	16	66	8
10075	20	Cavarzere	Boscochiaro	27	8.0					5	25.5	66	10	6	3
306	21	San Michele	Brigolo Alto	270	8.0	<1	530	423	<0,01	4	8.8	19	9	100	3
533	22	Pramaggiore	Belfiore	200	8.6	<1	379	305	<0,01	1	8.1	28	15	25	4
9403	25	Venezia	Burano	225	8.7	<1	367	302		2	8.1	39	18	33	4
9449	27	Marcon	San Liberale	286	8.3	<1	331	293		4	8.2	24	16	35	3
	35	Cesalot			8.0					1	8.6	30	22	91	16
3035	273	Noale	Via del Ronco	197	8.2	<1	329	274	<0,01	1	8.2	41	15	13	1
3039	274	Martellago	Maerne	300	8.3	<1				1	8.1	25	16	8	2
3072	275	Noale	Cappelletta	299	7.9	<1	301	230	<0,01	2	8.9	33	20	7	1
3090	278	Noale	Ronchi	300	7.8	<1	330	250		3	8.6	25	21	8	1
3101	277	Noale	Via delle fosse	130	8.0	<1	398	238		1	8.1	45	15	9	1
3129	279	Noale	Via Feltrin	180	8.0	<1	391	226		1	4.7	24	15	8	1
4063	278	Scorzé	Piazza Moro	200	7.9		303		<0,01	2	9.0	40	18	6	<1
4460	280	Scorzé	Cappella	313	7.9	<1	334	246		3	7.5	28	20	8	1
4619	281	Scorzé	Via San Paolo	180	8.1	<1	318			2	4.4	27	19	9	1
4625	282	Scorzé	Via San Paolo	200	8.3	<1	310	250		1	1.2	28	18	12	2
6093	283	Martellago	Via Matteotti	270	8.2	<1	304	256		2	1.3	33	18	12	2
6095	284	Martellago	Via Maerne Cavino	300	8.2	<1	313	250	<0,01	2	1.0	29	17	20	3
6109	285	Spinea	Pomaze	287	8.2	<1	373	260		2	1.6	43	19	12	2
6111	288	Mirano	TreScievoli	150	8.1	<1	388	294		2	8.1	42	17	20	2
6112	287	Mirano	Vetrego	280	7.9		426			3		24	16	34	6
6113	289	Mirano	Le basse	240	8.2	<1	357	282		2	8.1	32	19	26	4
6120	289	Santa Maria di Sala	Via Ariosto	300	8.1	<1	298	224		5	8.3	30	17	18	1
6141	290	Mirano	Via Scortegara	140	8.3	<1	294	238	<0,01	2	8.3	26	14	19	3
6147	291	Mirano	Via Chiesa	180	8.1	<1	325			3	8.1	25	15	20	2
7012	292	Planiga	Rivale	120	8.1	<1	340	266		3	8.1	25	17	23	2
7097	293	Camponogara	Prezzolo	175	7.9	<1	403			3	8.1	40	26	26	2
8007	294	Mira	TreScievoli	101	7.7	<1	382	248		2	8.5	44	19	13	2
8036	296	Mira	Ca' Balletto	103	7.8	<1	474	404		2	8.1	62	23	15	4
9020	297	Quarto d'Altino	Via Claudia Augusta	300	8.2	<1	290	329		3	8.1	22	17	23	4
9075	298	Venezia	Ca' Nogheta	221	8.2	<1	296	296		1	8.2	27	19	20	2
9078	299	Venezia	Dese	280	8.3	<1	317	261	<0,01	2	8.1	25	17	22	3
67	300	Cinto Caomaggiore	Basedit	270	7.9	<1	395		<0,01	1	42.5	64	23	7	1
42	301	Cinto Caomaggiore	Sottino	37	8.0	<1	350	277	<0,01	1	15.5	51	20	8	1
164	302	Grugare	Molino	80	7.9	<1	400	327		1	8.2	55	22	12	1
220	303	Grugare	Boldara	230	8.0	<1	361	342		1	31.3	47	22	6	1
337	304	San Michele	Villanova	192	7.9	<1	348	286	<0,01	1	90.9	44	22	4	1
364	305	San Michele	Villanova	55	7.9	<1	435	281		2	107.0	68	22	5	9
478	308	Pramaggiore	Belfiore	580	8.1	<1	301	250		1	1.5	28	13	21	1
735	307	San Stino di Livenza	P. Santo Stefano	340	7.8		632			2	<1	27	12	51	8
773	308	Concordia Sagittaria	Sparada	530	8.1	<1	306	250		1	1.9	29	14	18	2
965	309	Caorle	Villaviera	150	8.1	<1	532	433		1	8.3	28	23	49	12
670	310	San Michele	Pradis	210	8.6	<1	395	330		1	8.1	21	15	46	3
912	311	San Stino di Livenza	Via Contarina	340	8.1	<1	573	460		1	8.2	20	15	87	10
1012	312	San Michele	Terzo Bacino	130	7.5		588			2	<1	29	23	54	10
1111	313	San Michele	Bevazzana	440	8.3	<1	1971	530		129	8.1	6	3	196	13
2005	314	Frassinò	Via Vallesina	220	8.6	<1	1919	866		4	8.4	17	15	205	16
2008	315	Frassinò	Via Barida	147	8.1	<1	656	610		2	8.1	23	28	19	18
2028	316	Torre di Mosto	Via delle Bonifiche	80	8.0	<1	577	452		2	8.1	28	25	46	12
2084	317	Noventa di Piave	Via Bosco	614	8.4	<1	416	325		2	8.1	13	5	56	4
2128	318	Caorle	Strada Moresi	60	7.1	<1	1276		<0,01	2	<1	61	43	189	20
2139	319	Ceggia	Via Foschi	220	8.3	<1	675		<0,01	2	8.2	23	22	95	11
2140	320	Ceggia	Via Ramedello	385	8.3	<1	377	280		1	8.1	14	5	66	5
2151	321	Mesola	Via San Filippo	300	8.1	<1	481			8	8.2	22	20	63	5
25	361	Pramaggiore	Marzalongo	200			244	256		1	24.8	41	20	8	1
991	362	Caorle	Brussa	480	8.5	<1				1	8.3	8	3	84	4
28337	363	Zero Branco	Fontane		7.7	<1				6	20.2	84	23	5	1
3168	364	Venezia	Cavallino	120	7.8	<1	681	549	<0,01	2	8.1	41	26	32	19
3303	365	Venezia	Cavallino	307	8.3	<1	1855	329	<0,01	247	8.2	21	23	150	8
3313	366	Venezia	Cavallino	119	7.8	<1	698	567		3	8.1	50	28	39	17
9365	367	Venezia	S. Erasmo	299	8.5	<1	849	470	<0,01	114	8.1	8	9	188	5
7083	368	Camponogara	Calceaci	170			452	376		1	<1	29	22	32	6
1020	369	San Michele	Terzo Bacino	624	7.6		3221			979	<1	27	18	674	20
830	372	Caorle	Sindacale	213	7.9	<1	512	350	<0,01	2	<1	20	20	47	10

Diameter (")	NaCl (mg/l)	NH4 (mg/l)	Fe (µg/l)	Mn (µg/l)	As (µg/l)	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Pb (µg/l)	Al (mg/l)	B (µg/l)	CN (mg/l)	F (µg/l)	P105 (µg/l)	Ni (µg/l)	NO2 (mg/l)	Cu (µg/l)	Temp (°C)	Zn (µg/l)	Se (µg/l)	Sr (µg/l)	Hg (µg/l)	Alcal (mg/l)
18.6	<1	0.3	28	22	<2	<0.2	<2	<2	0.053	83	<10.0	172	240	<5.0	<0.02	<2.0	15.5	<50.0	<2	<	<	247
18.7	<1	0.6	76	39	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	35	<10.0	129	250	<5.0	<0.02	<2.0	15.7	<50.0	<2	<	<	225
17.0	<1	3.4	30	18	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	191	541	<5.0	<0.02	4.1	17.4	<50.0	<2	<	<	275
16.1	<1	0.8	218	31	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	70	<10.0	149	290	<5.0	<0.02	2.1	19.0	<50.0	<2	<	<	258
13.6	<1	6.6	213	14	85	<0.2	<2	<2	0.031	397	<10.0	410	620	<5.0	<0.02	<2.0	18.4	<50.0	<2	<	<	408
14.2	<1	2.7	85	27	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	162	340	<5.0	<0.02	2	17.7	<50.0	<2	<	<	248
12.6	<1	5.0	87	14	<2	0.3	<2	<2		620	10.0	283	340	<5.0	<0.02	3.7	15.4				302	
15.0		0.1	43	70	<5	<0.2	<2	<2		44	<10.0	194	186	<5.0	<0.02	<2.0					136	
8.5	<1	3.1	20	30	24	<0.2	2	<2	0.05	220	<10.0	161	340	<5.0	<0.02	<2.0	26.7	<50.0	<2	<	<	183
14.6	<1	3.0	220	19	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	95	<10.0	231	440	<5.0	<0.02	<2.0	15.5	<50.0	<2	<	<	274
15.2	<1	2.6	35	9	30	<0.2	2.5	<2	0.044	151	<10.0	384	400	<5.0	<0.02	2.7	16.1	111	<2	<	<	269
13.1	<1	1.8	28	14	<2	<0.2	<2	<2	0.041	50	<10.0	184	190	<5.0	<0.02	<2.0	14.8	<50.0	<2	<	<	261
16.0		15.7	370	6	<5	<0.2	<2	<2		553	<10.0	453	730	<5.0	<0.02	<2.0					462	
17.6	2	1.4	80	47	<2	<0.2	<5	<2	<0.005	83	<10.0	143	280	<5.0	<0.02	<2.0	16.3	<50.0	<2	<	<	290
16.5	1.1	0.7	51	47	<5	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	131	130	<5.0	<0.02	<2.0	17.5	<50.0	<2	<	<	218
17.0	4.2	0.1	20	18	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	92.7	50.0	<5.0	<0.02	<2.0	16.9	<50.0	<2	<	<	202
18.6	4.7	0.8	25	1	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	89.7	50.0	<5.0	<0.02	<2.0	17.6	<50.0	<2	<	<	213
15.9	<1	0.4	223	19	21	<0.2	<5	<2	<0.005	56	<10.0	127	150	<5.0	<0.02	<2.0	15.3	<50.0	<2	<	<	207
15.6	<1	0.3	20	56	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	126	50.0	<5.0	<0.02	<2.0	15.7	<50.0	<2	<	<	201
16.8		0.1	<20	33	<2	<1	<5	<5														
18.8	4.7	0.9	20	1	<2	<0.2	<2	<2	0.007	83	<10.0	90.3	50.0	<5.0	<0.02	<2.0	16.6	114	<2	3.5	<	220
17.0		0.2	122	30	<5	<0.2	<2	<2	0.006	83	<10.0	189	80	<5.0	<0.02	<2.0	15.3	<50.0	<2	4	<	216
16.4	<1	0.4	58	24	<2	<0.2	<2	<2	0.013	83	<10.0	121	135	<5.0	<0.02	<2.0	14.6	<50.0	<2	3.5	<	218
15.2	<1	0.3	44	13	<2	<0.2	2.35	<2	0.043	83	<10.0	119	80	<5.0	<0.02	3.2	14.7	<50.0	<2	<	<	211
15.0	<1	1.5	30	16	<2	<0.2	<2	<2	0.021	42	<10.0	146	150	<5.0	<0.02	<2.0	17.1	<50.0	<2	<	<	217
18.6	<1	0.4	32	14	<2	<0.2	<2	<2	0.009	83	<10.0	107	80	<5.0	<0.02	<2.0	16.7	<50.0	<2	<	<	215
16.6	1	1.5	75	27	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	148	380	<5.0	<0.02	3.5	16.4	<50.0	<2	<	<	183
15.3		5.6																				
18.1	<1	2.3	30	32	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	161	485	<5.0	<0.02	7.1	17.6	<50.0	<2	<	<	250
14.3	<1	0.5	40	8	<2	<0.2	<2	<2	0.006	40	<10.0	115	60	<5.0	<0.02	<2.0	16.8	<50.0	<2	<	<	205
13.1	<1	1.3	42	12	<2	<0.2	<2	<2	0.009	60	<10.0	138	170	<5.0	<0.02	<2.0	17.7	<50.0	<2	<	<	206
12.7		2.3	77	7	<5	<0.2	<2	<2	0.018	70	<10.0	130	200	<5.0	<0.02	<2.0	20.4	<50.0	<2	<	<	228
15.0	<1	1.9	30	16	<2	<0.2	<2	<2	0.008	83	<10.0	137	210	<5.0	<0.02	<2.0	19.0	<50.0	<2	<	<	241
19.5		5.5	68	28	<5	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	288	750	<5.0	<0.02	<2.0	17.4	<50.0	<2	<	<	330
20.2	<1	6.5	516	59	8	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	190	750	<5.0	<0.02	<2.0	15.0	<50.0	<2	<	<	339
21.4	<1	6.0	225	61	5	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	190	680	<5.0	<0.02	<2.0	16.0	<50.0	<2	<	<	348
12.1	<1	2.1	77	9	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	180	<10.0	313	170	<5.0	<0.02	17.1	16.5	<50.0	<2	<	<	279
16.9	<1	1.5	33	28	<2	<0.2	<2	<2	0.025	67	<10.0	152	370	<5.0	<0.02	<2.0	15.9	<50.0	<2	<	<	266
13.6	<1	1.9	52	16	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	54	<10.0	171	200	<5.0	<0.02	4.5	16.1	<50.0	<2	<	<	217
23.4		0.8	293	87	5	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	163	170	<5.0	<0.02	<2.0	14.8	<50.0	<2	<	<	230
18.9	<1	0.4	201	27	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	136	240	<5.0	<0.02	<2.0	15.2	<50.0	<2	<	<	235
22.5	<1	1.8	352	45	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	50	<10.0	167	420	<5.0	<0.02	<2.0	14.4	<50.0	<2	<	<	249
21.5	<1	0.9	275	11	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	116	70	<5.0	<0.02	<2.0	16.7	<50.0	<2	<	<	211
20.6	1	0.9	25	1	<2	<0.2	<2	<2	0.031	83	<10.0	98.5	50.0	<5.0	<0.02	<2.0	17.0	<50.0	<2	<	<	179
25.7	<1	0.1	363	115	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	158	50.0	<5.0	0.03	<2.0	13.9	<50.0	<2	<	<	159
16.4	<1	0.3	30	14	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	70	<10.0	114	190	<5.0	<0.02	<2.0	27.8	<50.0	<2	<	0.6	210
12.4		13.8				<0.2	<2															
13.8	<1	0.7	50	26	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	83	<10.0	183	7	<5.0	<0.02	<2.0	28.2	<50.0	<2	<	<	208
16.8	<1	6.8	115	20	<2	<0.2	<2	<2	<0.005	203	<10.0	433	500	<5.0	<0.02	<2.0	17.5	<50.0	<2	<	<	394
13.5	<1	1.9	167	25	12	<0.2	<2	<2	0.01	95	<10.0	138	290	<5.0	<0.02	<2.0	22.5	140	<2	<	<	293
12.9	<1	8.4	178	1	36	<0.2	<2	<2	0.036	500	<10.0	365	280	<5.0	<0.02	<2.0	28.3	<50.0	<2	<	<	417
18.7		9.4				<0.2																
2.9	<1	1.9	158	1	<2	0.3	<2	<2	<0.005	1795	<10.0	2580	125	<5.0	<0.02	<2.0	33.3	<50.0	<2	<	<	478
11.5	<1	10.4	309	15	110	0.25	<2	<2	0.006	83	<10.0	839	2670	<5.0	<0.02	<2.0	15.7	<50.0	<2	10	<	705
17.6	<1	28.7	76	12	<2	<0.2	<2	<2	0.012	730	<10.0	443	1120	<5.0	<0.02	<2.0	16.2	<50.0	<2	<	<	572
21.2	<1	12.7	149	15	<2	<0.2	<2	<2	0.012	393	<10.0	421	670	<5.0	<0.02	3	16.1	<50.0	<2	<	<	406
7.0	<1	2.8	35	8	<2	<0.2	<2	<2	0.019	113	<10.0	190	161	<5.0	<0.02	<2.0	32.3	<50.0	<2	<	<	314
33.0		25.1	3040																			
15.7		14.9	120	11	63	<0.2	<2	<2	0.012	627	<10.0	441	1030	<5.0	<0.02	<2.0	17.5	<50.0	<2	<	<	505
6.4	<1	3.5	30	9	10	<0.2	<2	<2	0.033	84	<10.0	191	215	<5.0	<0.02	<2.0	24.9	<50.0	<2	<	<	268
14.6		5.3	145	8	<5	<0.2	<2	<2	0.032	248	<10.0	268	140	<5.0	<0.02	<2.0	18.6	<50.0	<2	<	<	330
18.7	<1	0.4	120	9	<2																	
3.3		2.6	85	5		<0.2	<2	<2		83	<10.0	285	50.0	<5.0	<0.02	<2.0						221
27.8		0.8	35	1	<5	<0.2																

Figura 40. Ubicazione dei pozzi appartenenti alla rete di monitoraggio qualitativa





■ monitoraggio  
■ monitoraggio

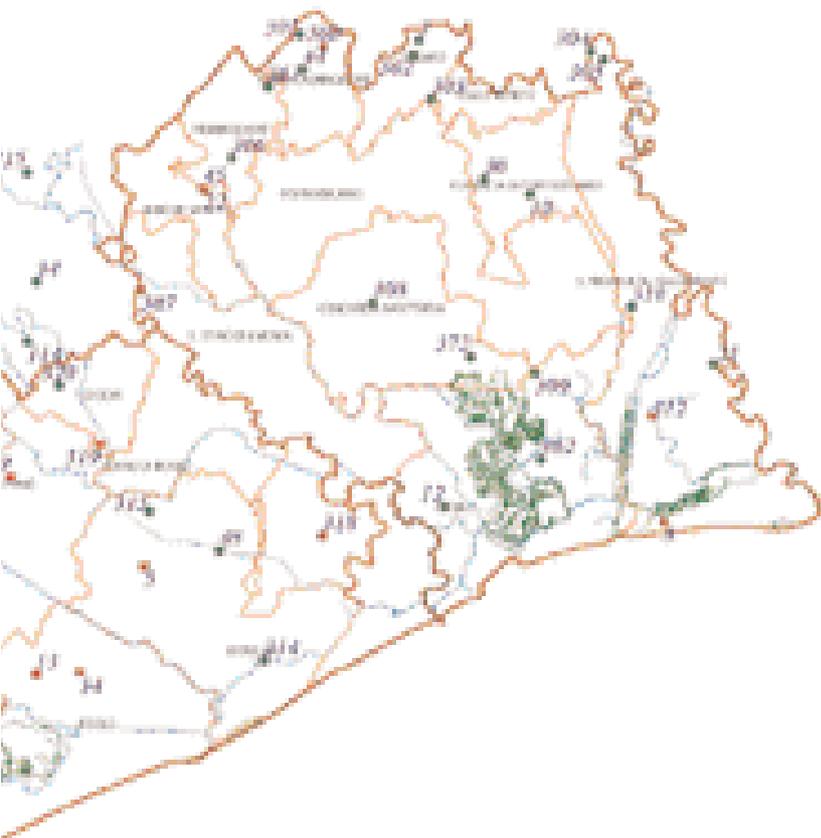
Confini comunali  
e laguna

----

□

Figura 41. Ubicazione dei pozzi appartenenti alla rete di monitoraggio quantitativa





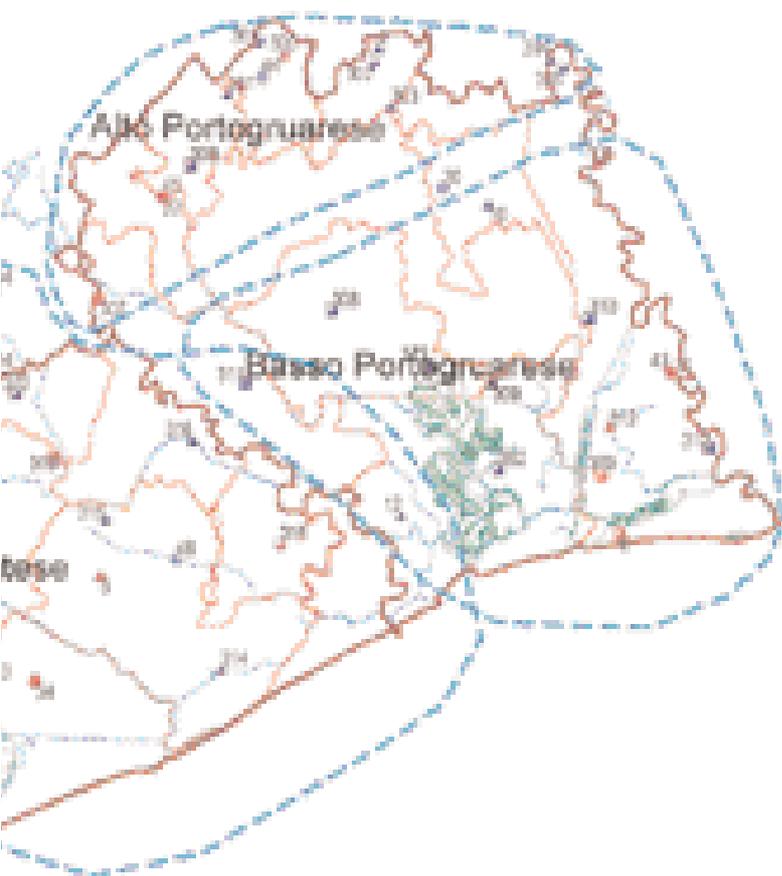
### Legenda

- |   |                         |   |                                    |
|---|-------------------------|---|------------------------------------|
|  | Area ind. idrogeologica |  | Pozzo di monitoraggio quantitativo |
|  | Confini comunali        |  | Pozzo di monitoraggio dimensionale |
|  | Fiumi                   |   |                                    |
|  | Isole e laguna          |   |                                    |
|  | Casse di colmata        |   |                                    |
|  | Parco naturali          |   |                                    |

scala 1:350.000

Figura 42. *Suddivisione dei pozzi per la rappresentazione delle analisi chimiche tramite i diagrammi di Piper e Schoeller*





### Legenda

- |  |  |
|--|--|
|  Asse ind. idrogeologica                    |  Pozzo di monitoraggio: profondità 201-320 m            |
|  Confini comunali                           |  Pozzo di monitoraggio: profondità 312-700 m            |
|  Fiumi                                      |  Pozzo di emissione: profondità 0-10 m                  |
|  Isole e laguna                             |  Pozzo di emissione: profondità 11-80 m                 |
|  Casse di colmata                           |  Pozzo di emissione: profondità 81-200 m                |
|  Barriere naturali                          |  Pozzo di emissione: profondità 201-320 m               |
|  Pozzo di monitoraggio: profondità 0-10 m   |  Pozzo di emissione: profondità 321-700 m               |
|  Pozzo di monitoraggio: profondità 11-80 m  |  Suddivisione areale per diagrammi di Piper e Schoeller |
|  Pozzo di monitoraggio: profondità 81-200 m |  |

scala 1:350.000

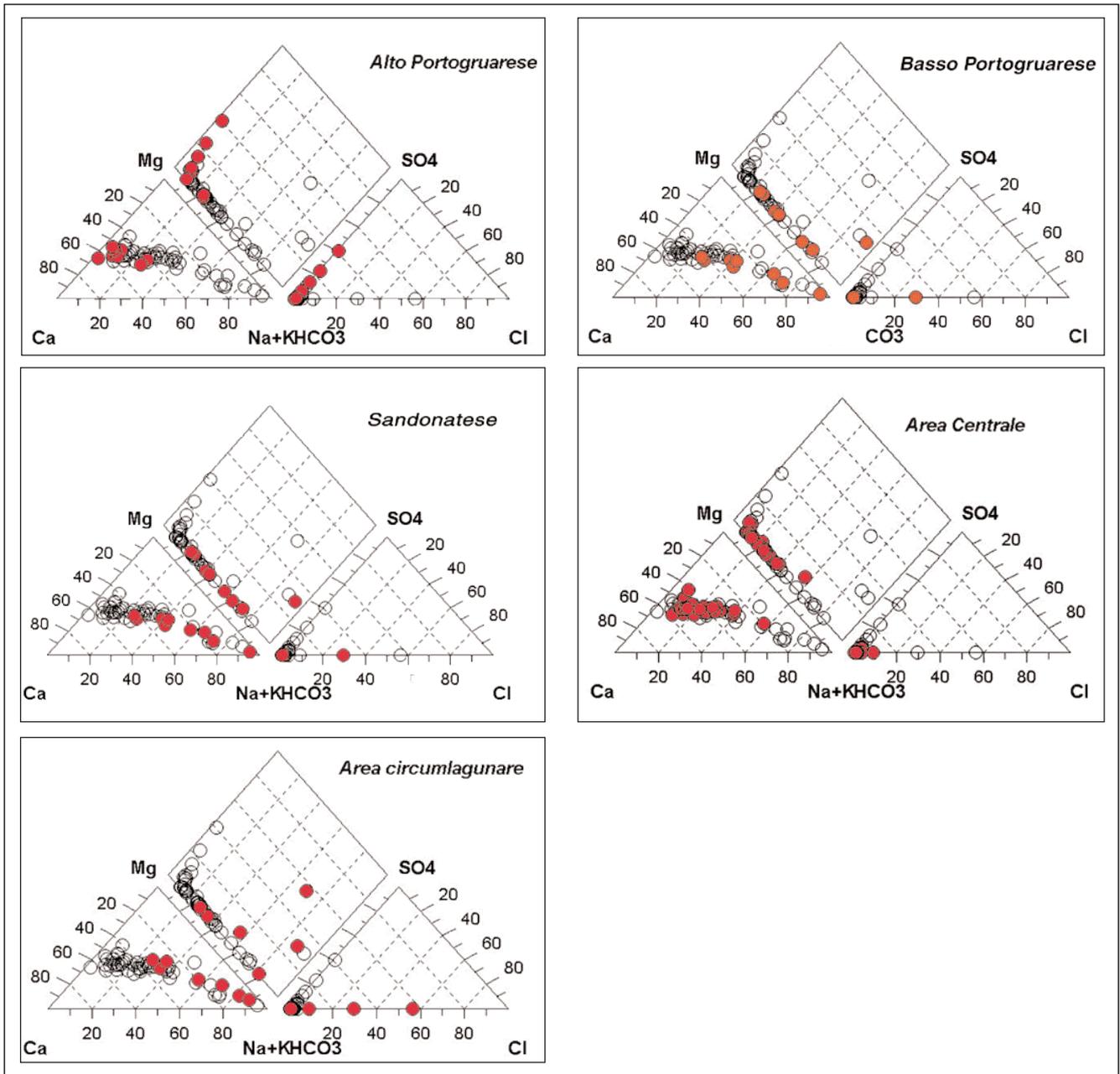


Figura 43. Diagrammi di Piper

Va notato che, nel triangolo degli anioni (a destra), i campioni ricadono sempre nell'angolo in basso a sinistra (ovvero  $\text{HCO}_3^-$  sempre nettamente prevalente rispetto agli ioni  $\text{SO}_4^-$  e  $\text{Cl}^-$ ); fanno eccezione solo alcuni pozzi dell'alto portogruarese con valori relativamente alti di  $\text{SO}_4^-$  e alcuni pozzi sul litorale del Cavallino, con alti valori di cloruri.

Relativamente al triangolo di sinistra si hanno rapporti  $r\text{Ca}^{++}/r\text{Mg}^{++}$  praticamente costanti (Figura 44) (ovvero i punti tendono ad allinearsi su una semiretta con origine sul vertice  $\text{Na}^{++}\text{K}^+$ ). Le varie acque si differenziano da Magnesiache-calciche, nell'area più a monte, a Sodiche, in quelle più a valle. Va notato che tale dif-

ferenziazione è funzione anche della profondità.

Osservando i 5 diagrammi che compongono la Figura 43 si evidenzia:

- 1) nell'alto Portogruarese, le acque sotterranee sono classificabili come Bicarbonatiche-magnesico-calciche e si hanno presenze di solfati nettamente superiori che nelle altre aree provinciali;
- 2) i dati relativi al basso Portogruarese appaiono ben distinti da quelli dell'area a monte per un relativo arricchimento in sodio rispetto al Calcio e al Magnesio. Le acque quindi da Bicarbonatiche-magnesico-calciche passano a Bicarbonatiche-magnesico-calciche-sodiche. In quest'area i dati sono piuttosto

dispersi sul diagramma di Piper. Ciò è legato anche alla presenza di campioni prelevati su pozzi profondi oltre 500 metri e/o termali;

3) le acque del Sandonatese si distinguono nettamente da quelle delle altre aree per caratteri chimici. Nel diagramma di Piper risultano classificabili come Bicarbonatico-sodiche;

4) i dati relativi all'Area Centrale della provincia, nonostante la vastità dell'area, risultano caratterizzati da bassissima dispersione; ciò può indicare una complessiva unitarietà di alimentazione e di struttura idrogeologica; le acque sono Bicarbonatiche-magnesico-calciche e Bicarbonatiche-magnesico-calciche-sodiche;

5) vengono infine riportati a parte i campioni prelevati nelle isole della laguna e lungo il litorale del Cavallino (area circumlagunare); i dati appaiono piuttosto dispersi data la vastità dell'area. È da segnalare la presenza di alcuni pozzi, lungo il litorale del Cavallino, con valori relativamente alti di Cloruri.

Nel complesso il diagramma evidenzia la coerenza delle suddivisioni areali effettuate per la realizzazione della *Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia*.

In Figura 45 si riportano i dati relativi ai cationi e agli anioni, già rappresentati nel diagramma di Piper, mediante l'utilizzo del diagramma di Schoeller. Questo diagramma, contrariamente al precedente, permette di rappresentare le concentrazioni misurate anche in termini assoluti.

Sulla base dei dati presentati si possono riassumere alcune caratteristiche qualitative delle falde oggetto della rete di monitoraggio.

– Innanzitutto vi è la conferma che in vaste aree del sottosuolo sono presenti acque in cui sono molto elevate le concentrazioni di ammoniaca e talora anche di ferro di origine naturale; i valori spesso vanno ben oltre il limite di potabilità, come avviene in altri acquiferi dell'area padana aventi caratteristiche analoghe. Ciò è particolarmente evidente nel Sandonatese, dove le caratteristiche idrochimiche ed idrogeologiche indicano la presenza di «acque fossili» (si vedano i dati relativi ai pozzi 314, 315, 316, 318, 319 e 320 in Tabella 18).

– Contrariamente a quanto previsto, non sempre a elevate concentrazioni di Ferro e Ammoniaca corrisponde presenza di Arsenico (è stato rilevato solo nel Sandonatese ed in alcuni pozzi della fascia litoranea), che molti autori (Zavatti *et alii*, 1995) attribuiscono (analogamente al ferro ed all'ammoniaca) alla presenza di livelli argillosi a forte componente organica. Alla luce dei dati da noi rilevati non è possibile chiarire tale legame, per il quale necessitano quindi specifici approfondimenti e in particolare maggiori conoscenze sulle caratteristiche mineralogiche dei sedimenti costituenti e gli acquiferi e gli acquiclude.

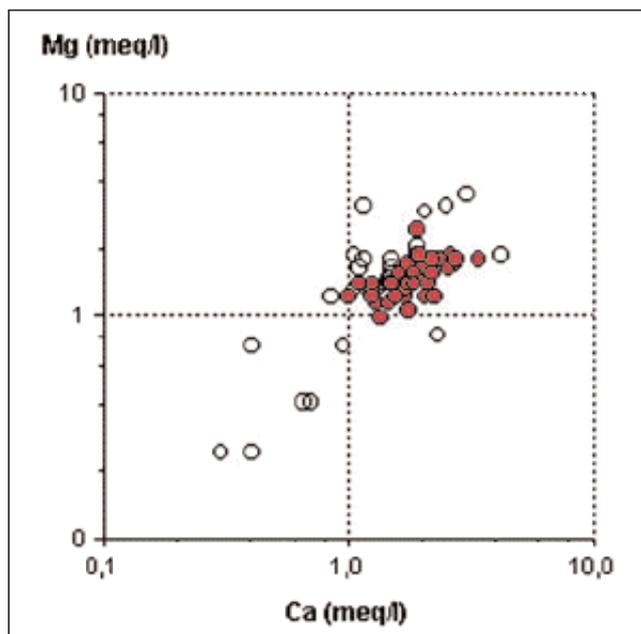


Figura 44. Diagramma Calcio-Magnesio (in grigio i dati relativi ai pozzi dell'area centrale)

– È stata riscontrata la presenza di valori elevati di cloruri, accompagnati da sodio e potassio in un numero limitato di pozzi prelevanti da falde, anche profonde, dell'area costiera; tali valori anomali sono stati attribuiti da vari studi a cause naturali; anche se il fenomeno appare limitato, va chiaramente evidenziato che interventi antropici possono pericolosamente e rapidamente aggravare il fenomeno, con importanti ripercussioni non solo per l'uso delle acque ma anche sulla subsidenza (si ricorda che la provincia di Venezia è posta in gran parte a quote inferiori al livello del mare).

– Nell'alto Portogruarese vanno rilevati valori generali di solfati, cloruri e potassio superiori a quelli delle altre parti del territorio.

– Va rilevata la presenza di boro in diversi dei campioni analizzati.

– Si conferma e si specifica la presenza, all'interno dell'area di risorsa idropotabile, di falde aventi caratteristiche qualitative ottime (vengono infatti sfruttate sia a uso acquedottistico sia per l'imbottigliamento).

– Le falde hanno un regime idrochimico caratterizzato da bassissima variabilità (in assenza di impatti antropici).

– Non è stata rilevata, sui pozzi analizzati, la presenza di solventi<sup>6</sup> o erbicidi; lo stesso vale per il parametro

<sup>6</sup> Si ricorda che i solventi organo-alogenati rappresentano i più diffusi inquinanti presenti nelle acque sotterranee della Pianura Veneta. Negli ultimi anni si è avuta una progressiva e sensibile diminuzione della presenza di questi inquinanti, legati in molti casi a sversamenti effettuati anche alcune decine di anni prima (Zangheri, 1994a, 1994c).

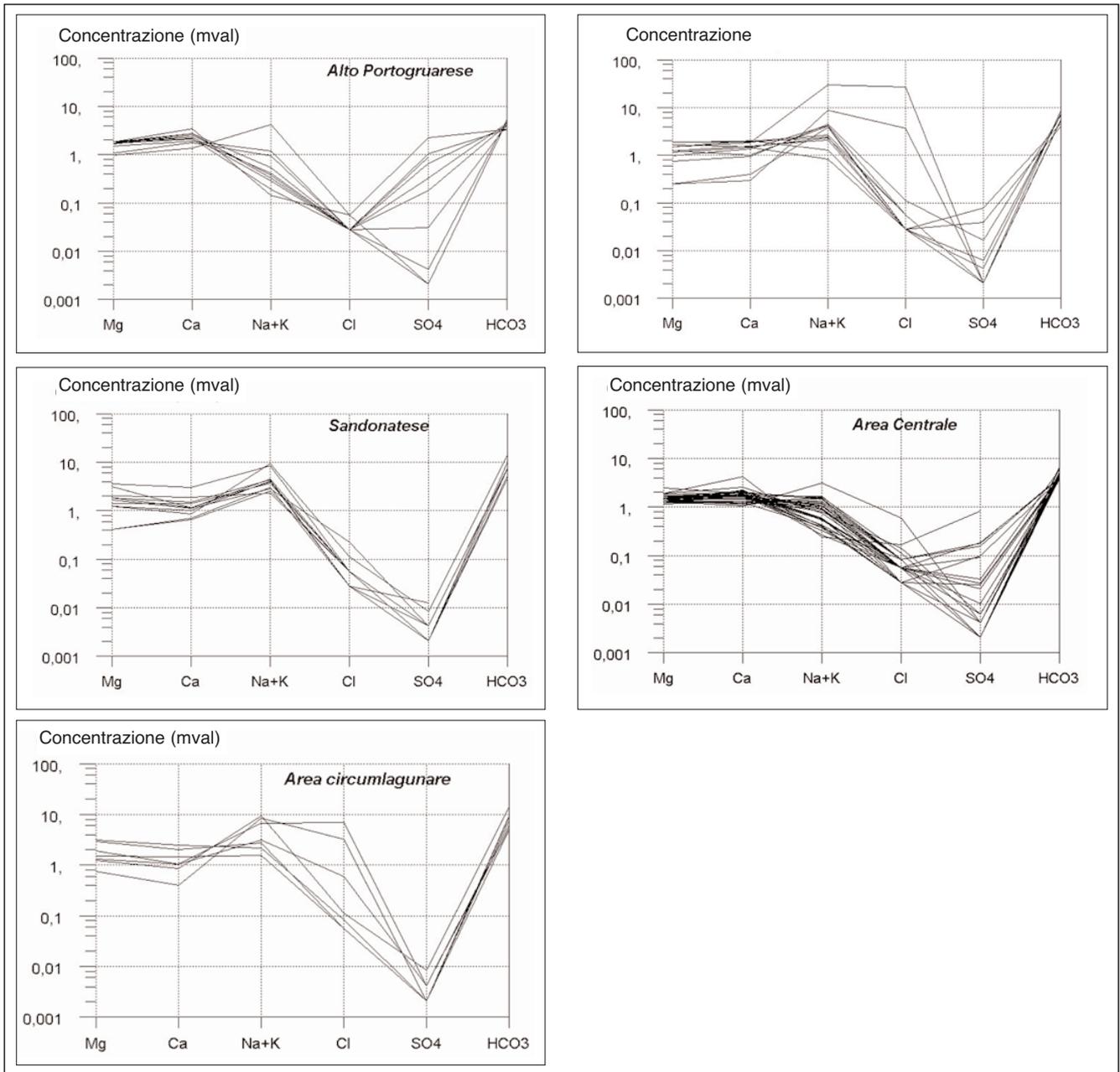


Figura 45. *Diagrammi di Schoeller*

nitriti (valori quasi sempre inferiori al limite strumentale). Nell'area più a monte si segnala la presenza di questi composti, pur se in concentrazioni molto basse. Il fatto è comunque significativo e preoccupante perché evidenzia un trasferimento di nitrati (ed altri composti), molto diffusi nella falda freatica dell'Alta Pianura, dall'area di ricarica al sistema di acquiferi in pressione.

– Analogamente, per i metalli, si riscontrano in genere concentrazioni inferiori ai limiti strumentali.

### 8.5.2. *Dati quantitativi*

Relativamente al controllo quantitativo, la rete di monitoraggio si prefigge fundamentalmente di iniziare una serie di misure piezometriche sistematiche che fino a pochi anni or sono risultavano assenti sul territorio provinciale. A oggi la serie di dati raccolta è temporalmente troppo breve per fare elaborazioni significative e per verificare adeguatamente le tendenze evolutive.

Sulla base dei dati raccolti è possibile però fare alcune semplici considerazioni:

– le falde hanno un regime idraulico caratterizzato da bassa variabilità (in assenza di impatti antropici);

– il confronto tra le misure piezometriche eseguite e quelle preesistenti (ad esempio rilevate nell'ambito dell'Indagine idrogeologica del territorio provinciale negli anni 1990-93 per i comuni di Noale e Scorzè) mostrano che vi è un significativo calo generalizzato dei livelli piezometrici, proprio nelle aree caratterizzate da maggiore presenza di risorsa;

– nell'area circumlagunare invece, dati raccolti da altri enti (CNR-ISDGM), mostrano una tendenza a una progressiva ripressurizzazione degli acquiferi di quell'area.

#### 8.6. RETE DI MONITORAGGIO: PROBLEMI APERTI

La *Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia* è iniziata oltre dieci anni fa da una base conoscitiva limitatissima.

La grande mole di dati raccolti ha permesso la definizione di un modello idrogeologico di riferimento e di una prima rete di monitoraggio, entrambi finalizzati alla gestione delle acque sotterranee. Ciononostante esistono importanti elementi che vanno integrati per giungere da una parte al miglioramento del modello idrogeologico di riferimento e dall'altra a una migliore gestione della risorsa acqua sotterranea.

In particolare va notato che:

- 1) sulla maggior parte dei pozzi esistenti in provincia di Venezia non si hanno dati stratigrafici, oppure si hanno dati qualitativamente inadeguati. È necessario, per i pozzi della rete, raccogliere informazioni sulla struttura geologica del punto di controllo tramite la realizzazione di logs geofisici; ciò porterà a quanto recentemente richiesto obbligatoriamente dalla normativa sulle acque (D.Lgs. 152/99): «Il modello idrogeologico deve essere periodicamente aggiornato sulla base delle nuove conoscenze e delle attività di monitoraggio. La rilevazione dei dati sullo stato quantitativo e chimico deve essere riferita agli acquiferi individuati»;
- 2) i parametri idrogeologici degli acquiferi sono noti su un numero limitatissimo di punti. È necessario (anche per dare significatività alle misure idrochimiche) che almeno sui pozzi di monitoraggio vengano determinati sperimentalmente alcuni parametri idrogeologici (permeabilità, porosità, parametri idrodispersivi, velocità efficace...);
- 3) di molti punti di monitoraggio non si è ancora misurata la quota assoluta del Piano di Riferimento (P.R.); essa andrà misurata mediante apposita livellazione, che garantisca la confrontabilità dei dati piezometrici, non solo all'interno della provincia di Venezia ma dell'intera regione del Veneto;
- 4) la gestione della rete è stata fino a oggi esclusivamente «manuale». Anche allo scopo di adempiere a

quanto previsto dal D.Lgs. 152/99, sarà necessario, su un numero limitato di punti, installare appositi strumenti per misure in continuo;

5) il recente D.Lgs. 152/99 prevede che si giunga a una classificazione di qualità dei corpi idrici sotterranei; classificazione di notevole importanza per scopi gestionali. Infatti il punto 2.2 dell'*Allegato 1* al D.Lgs. 152/99 prevede la definizione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici sotterranei, definito sulla base dello stato quantitativo e dello stato chimico. Tale classificazione deve essere riferita a ogni singolo acquifero individuato. I dati finora raccolti, eventualmente integrati, potranno quindi servire alla realizzazione della classificazione richiesta dal D.Lgs. 152/99 e, conseguenzialmente, all'adeguamento della gestione della risorsa;

6) alcune aree della provincia presentano problematiche idrogeologiche specifiche che non è stato possibile affrontare nel quadro di questo lavoro, finalizzato alla caratterizzazione idrogeologica dell'intero territorio provinciale. In particolare si ricorda che:

- nel Portogruarese le acque termali rappresentano una risorsa che può permettere lo sviluppo di attività economiche. L'area è però caratterizzata da una situazione geologica per cui lo sfruttamento di questa risorsa può comportare un aumento del grado di rischio geologico. Per quest'area sono quindi necessari appositi approfondimenti;
- nelle aree costiere la possibile ingressione del cuneo salino può comportare importanti ripercussioni su varie attività economiche. Anche per queste aree sarà necessario integrare le conoscenze idrogeologiche e i monitoraggi in essere;
- nelle aree di risorsa idropotabile, risulta un progressivo aumento dei prelievi che suggerisce la necessità di incrementare i monitoraggi in essere e gli interventi gestionali finalizzati al corretto uso della risorsa.

#### 8.7. RETE DI MONITORAGGIO. CONCLUSIONI

Il progetto *Rete di monitoraggio delle acque sotterranee in provincia di Venezia*, parte del più ampio progetto *Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia*, ha permesso di acquisire una importante base di informazioni idrogeologiche e di iniziare sistematici monitoraggi, indispensabili a una corretta gestione della risorsa acqua sotterranea.

Ciò è di particolare importanza per la Provincia di Venezia, area dove, da una parte, la ricchezza delle risorse idriche sotterranee è il presupposto per lo sviluppo di importanti attività economiche e, dall'altra, si hanno reali rischi di sovrasfruttamento degli acquiferi, che si ricorda potrebbero comportare importanti effetti sull'equilibrio idrogeologico (subsidenza,

cuneo salino, depauperamento quantitativo...).

Il lavoro è stato possibile solo grazie alla collaborazione di più enti che, dato il frazionamento delle competenze sulle risorse idriche, risulta l'unico metodo efficace per il monitoraggio ed il controllo. Va rilevato come nei piani di lavoro degli enti coinvolti dal progetto «rete di monitoraggio» sia previsto il proseguimento del progetto, che dovrebbe quindi comportare un progressivo incremento della base informativa che verrà applicata e confrontata con la gestione delle acque sotterranee.

Il coinvolgimento del maggior numero delle istituzioni preposte alla tutela delle acque sotterranee è garanzia per il conseguimento di risultati positivi. Proprio a tale scopo si è concordato con la Regione la creazione di un gruppo di lavoro al quale partecipano, oltre alla Provincia e alla Regione (quest'ultima con funzione di indirizzo), gli enti interessati al problema (si vedano gli artt. 10 e 11 del protocollo d'intesa redatto tra la Provincia di Venezia e la Regione Veneto<sup>7</sup>).

Nonostante l'ampiezza del lavoro svolto, rimangono diversi problemi aperti (si veda il paragrafo precedente), in particolare relativamente alla parametrizzazione idrogeologica degli acquiferi, alla caratterizzazione geologica dei punti di controllo, alla integrazione della rete in alcune aree con problematiche idrogeologiche particolari (area termale, aree a rischio di ingressione salina...) e alla classificazione di qualità prevista dal D.Lgs. 152/99.

Il progetto, come previsto dalla recente normativa sulle acque (D.Lgs. 152/99), dovrà essere sistematicamente proseguito in modo da avere un progressivo incremento della base informativa da applicare alla gestione delle acque sotterranee. Per il raggiungimento di questo obiettivo è necessario il coinvolgimento del maggior numero delle istituzioni preposte alla tutela delle acque sotterranee, come d'altronde previsto dal protocollo di intesa Provincia-Regione.

<sup>7</sup> «Art. 10. Nella progettazione e gestione della rete la Provincia di Venezia si impegna a predisporre quanto necessario per la costituzione di un Gruppo di Lavoro a cui partecipino gli Enti interessati al problema e la Regione Veneto. Dipartimento per l'Ecologia e la Tutela dell'Ambiente, competente a definire gli indirizzi. Art. 11. La realizzazione pratica degli aspetti relativi al monitoraggio qualitativo e quantitativo saranno definite in sede di Gruppo di Lavoro con atti successivi». Delibera Prot. n. 50845/96 della Provincia di Venezia.

## 9. Le risorse idrotermali nel Portogruarese

### 9.1. PREMESSA

Nella presente parte si elaborano i dati raccolti sul Portogruarese (area tra il fiume Livenza e il fiume Tagliamento; si veda il par. 8.1) con particolare attenzione sull'anomalia termica delle acque di falda.

Le indagini eseguite hanno dimostrato che molti pozzi per acqua utilizzati per l'approvvigionamento idrico autonomo, captanti acquiferi presenti a profondità comprese tra 500 e 700 m, erogano acqua con temperature variabili da 20 a 50°C. Si è quindi in presenza di una importante risorsa idrotermale, che allo stato attuale è sfruttata in modo indiscriminato, ma che, se conosciuta e ottimizzata nella sua gestione, potrebbe rappresentare un'importante potenzialità per l'economia locale.

### 9.2. GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA

Come descritto al paragrafo 6.1, la pianura compresa tra il fiume Livenza e il fiume Tagliamento è parte della pianura Veneto-Friulana che appartiene, da un punto di vista geologico strutturale, all'avampaese padano-adriatico compreso tra il sistema alpino-dinarico a nord e il sistema appenninico a sud. L'avampaese padano-adriatico è caratterizzato da una potente coltre sedimentaria, accresciutasi dal Paleozoico all'attuale, in cui l'unità principale è rappresentata dai depositi carbonatici mesozoici che raggiungono anche i 6000 m di spessore. Il potente deposito carbonatico, meglio conosciuto come «Piattaforma Mesozoica Friulana», risulta essere tettonicamente frammentato e dislocato, con la presenza di coperture sedimentarie a tetto di spessore variabile e caratterizzate da depositi di ambiente continentale, marino e di transizione.

A scala regionale è presente un alto strutturale della Piattaforma Mesozoica Friulana orientata WNW-ESE, a nord della quale sono presenti depositi flyschiodi eocenici, mentre a sud sono presenti depositi scagliosi eocenici. La piattaforma mesozoica è interessata da alcuni importanti sistemi di dislocazioni orientati ENE-WSW e NW-SE (sistema dinarico), con un rigetto di anche 500 m in corrispondenza della linea Caorle-Vittorio Veneto.

A scala locale, a sud del Portogruarese, tra Cesarolo e Lignano, è presente un alto strutturale del margine meridionale della Piattaforma Mesozoica Friulana, orientato WSW-ENE, il cui tetto si trova a circa 725 m di profondità (pozzo AGIP Cesarolo 1). Sopra sono presenti depositi sabbiosi, argillosi e calcareo arenacei terziari il cui tetto si trova a circa 475 m di profondità; seguono depositi sabbiosi limosi argillosi e torbosi quaternari di origine marina, lagunare e continentale. Più a ovest dell'area Cesarolo-Lignano, in corrispondenza del pozzo AGIP Cavanella 1, ubicato a ovest di Valle Zignago, il tetto del cretaceo è stato rilevato a profondità maggiori, pari a 1140 m, mentre il tetto del terziario è a 745 m. Le dislocazioni tettoniche che determinano la «dorsale mesozoica» di Cesarolo-Lignano necessariamente condizionano lo spessore della coltre sedimentaria quaternaria. Confrontando il dato di Cavanella 1 e Cesarolo 1 si evidenzia come la copertura quaternaria aumenti di spessore, 270 m, procedendo verso ovest anche di soli pochi chilometri. In Figura 46 si riporta uno schema del sottosuolo (da Bellani et alii) a scala regionale.

I depositi quaternari che caratterizzano la pianura Veneto-Friulana sono il risultato dell'unione e/o sovrapposizione di importanti conoidi che si sono sviluppate in corrispondenza dello sbocco in pianura dei principali fiumi che scendono dalle Alpi: Cellina, Meduna, Tagliamento.

Durante alterni periodi di trasgressione e regressione marina, si sono potuti instaurare regimi di trasporto e sedimentazione prevalentemente continentale, lagunare, litorale o marina, che hanno determinato l'accumulo di depositi, sovrapposti o in continuità laterale, di diversa origine. Essi sono caratterizzati da una composizione tessiturale ghiaiosa, sabbiosa, limosa, argillosa e torbosa.

Procedendo da nord verso sud sono presenti depositi prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi indifferenziati, la cui origine è da imputare alle importanti conoidi dei fiumi sopra citati. Procedendo verso sud diminuiscono le frazioni granulometriche più grossolane a scapito delle frazioni più fini sabbiose, limose, argillose e torbose, organizzate in livelli sovrapposti in cui la continuità laterale è spesso incerta o si organizza in strutture ramificate.

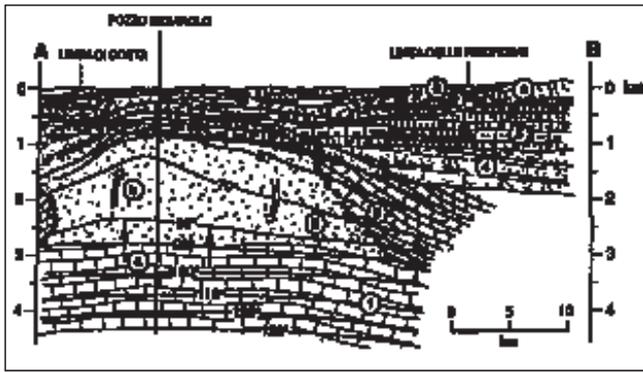


Figura 46. Schema del sottosuolo dell'area geotermica (da Bellani et alii)

1) dolomie e calcari dolomitici (Trias sup.-Lias); 2) Calcare biogenico di piattaforma (Dogger-Cretaceo sup.); 3) Scarpatà e calcare di bacino (Dogger-Cretaceo sup.); 4) Flysh (Paleocene-Eocene); 5) Arenarie arcosiche (Miocene); 6) Depositi fluviali e marini (Quaternario); a) conduzione dominante; b) convezione dominante; c) circolazione superficiale

Nel Portogruarese la litostratigrafia si caratterizza, almeno sino alla profondità di 500-540 m, da alternanze di litotipi prevalentemente argillosi limosi, con litotipi prevalentemente sabbiosi di diversa origine. Il tetto dei calcari mesozoici è stato rinvenuto alla profondità minima di 725 m (stratigrafia n. 56, Figura 47). La presenza di ghiaie superficiali è limitata solo alla parte settentrionale, raggiungendo la sua massima estensione in prossimità di Portogruaro.

Le colonne stratigrafiche di Figura 47 sono indicative della situazione stratigrafica della zona studiata (si veda anche la Tavola 2).

Le falde acquifere della bassa pianura portogruarese, come visto, sono artesiane, risalenti o zampillanti, e la loro area di ricarica è rappresentata dall'acquifero indifferenziato dell'alta pianura di cui sopra. Il sistema idrogeologico locale della copertura quaternaria è così caratterizzato dalla sovrapposizione di falde acquifere sabbiose, confinate da litotipi a permeabilità da scarsa a nulla, costituenti nell'insieme un «acquifero multistrato» limitato alla base, secondo dati bibliografici, da potenti depositi prevalentemente argillosi, a permeabilità nulla, che impedirebbero la comunicazione con gli acquiferi sottostanti presenti nei depositi terziari.

Come riportato al paragrafo 6.1, nel sottosuolo del Portogruarese, oltre i 10 m di profondità, sono stati rilevati essenzialmente 10 acquiferi (sono rappresentativi dei livelli più permeabili con componente tessitura prevalente sabbiosa), di cui i primi 8 sono presenti nella coltre sedimentaria quaternaria, mentre i rimanenti appartengono a coperture sedimentarie terziarie, come in prossimità delle località Cesarolo-

Lignano, o sono di appartenenza incerta, quaternari-terziari, per la mancanza di attendibili dati stratigrafici.

Lo sviluppo laterale degli acquiferi è piuttosto articolato e discontinuo per quelli presenti sino alla profondità di 150 m, mentre è relativamente continuo per gli acquiferi presenti oltre i 150 m di profondità.

### 9.3. ANALISI SUL TERMALISMO E PARAMETRIZZAZIONE DELLE FALDE NELL'AREA TERMALE

Per le elaborazioni che seguono è stato utilizzato il database dell'indagine idrogeologica del Portogruarese, costituito dalle misure effettuate su 1120 pozzi per acqua, distribuiti su tutto il territorio (par. 6.1).

Nella Tabella 1 sono riassunti i range di valori (nell'analisi sono stati esclusi i valori più alti e quelli più bassi) dei parametri fisici, chimici e idraulici delle falde acquifere che si caratterizzano per la presenza di acqua con temperature al boccapozzo superiori a 30°C. È stata assunta tale temperatura in considerazione della definizione di acqua termale, per cui la profondità da cui provengono le acque, il gradiente geotermico e la temperatura media dell'aria concorrono alla definizione stessa; inoltre la temperatura di 30°C è stata utilizzata in analogia a quanto già elaborato nel PTP della Provincia di Venezia.

Su 1120 pozzi censiti nel Portogruarese, 98 (pari al 9%) hanno temperature superiori a 30°C, di cui 74 (pari al 76%) hanno temperature comprese tra 30°C e 40°C, mentre 23 (pari al 24%) hanno valori compresi tra 40°C e 50°C (Tabella 19).

Le falde con acque termali da cui attingono il maggior numero di pozzi (79%) sono la 9ª e la 10ª, a profondità superiori di 480 m. Le acque di queste falde sono caratterizzate da valori variabili di conducibilità elettrica (340-4000 µS/cm con un unico valore anomalo di 7000 µS/cm in prossimità della località Bevazzana di S. Michele al Tagliamento in corrispondenza del pozzo n. 1046 profondo 687 m), una salinità generalmente sempre bassa (< 0.3 g/l), contenuti in Ferro inferiori a 0.2 mg/l e contenuti in Ammoniacca mediamente inferiori a 2.0 mg/l, ma con anomalie presenti in alcuni pozzi in cui sono stati misurati valori di 33 mg/l. Le pressioni sono piuttosto elevate e variabili mediamente da 0.25 atm. a 3.0 atm. La portata, misurata su diametri medi dei pozzi di 60 mm, ha valori piuttosto elevati se confrontati con le portate dei pozzi che attingono in falde a profondità minore: i valori variano da 1.3 a 3.75 l/s.

La distribuzione dei pozzi nel Portogruarese con temperature superiori a 30° è visualizzata nella Figura 48. In particolare la zona in cui si concentrano i pozzi con

i valori più alti di temperatura dell'acqua, sono in prossimità degli abitati di Cesarolo (comune di S. Michele al Tagliamento), Bevazzana (comune di S. Michele al Tagliamento), Brussa (comune di Caorle) e Prati Nuovi (comune di S. Michele al Tagliamento). In alternativa alla parametrizzazione sopra citata, in cui è stato utilizzato un limite convenzionale di temperatura, è stata eseguita una verifica analitica dell'anomalia termica, basata sul calcolo del gradiente termico.

Nel filtraggio dei dati disponibili sono state considerate le falde acquifere con profondità del tetto maggiore di 60 m, poiché si è ritenuto, seguendo indicazioni da fonti bibliografiche, che a partire da tale profondità le acque di falda circolano in una zona di omotermia, non risentendo così delle variazioni stagionali della temperatura atmosferica. La temperatura media annua dell'aria assunta nei calcoli è stata, in base a considerazioni bibliografiche, di 14°C; mentre il gradiente geotermico normale considerato è di 3°C ogni 100 m.

Il confronto tra le misure delle temperature al boccapozzo dell'acqua di falda, dei pozzi censiti con profondità nota maggiore di 60 m (sono 832) e le mi-

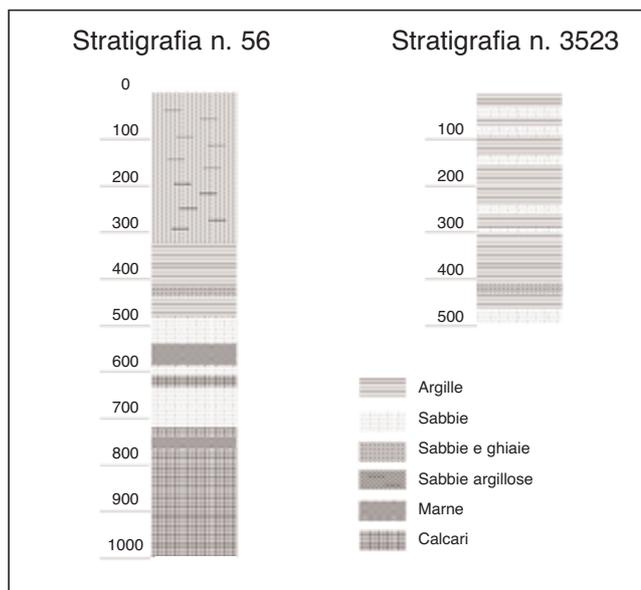


Figura 47. Esempi di stratigrafie (località Bevazzana in comune di S. Michele al Tagliamento. La numerazione e l'ubicazione fanno riferimento alla Tavola 1. Portogruarese; il pozzo n. 56 è un pozzo AGIP, mentre il 3523 è un pozzo termale)

Tabella 19. Parametrizzazione delle falde con acqua termale

Parametrizzazione delle falde con Temp. < 30°C

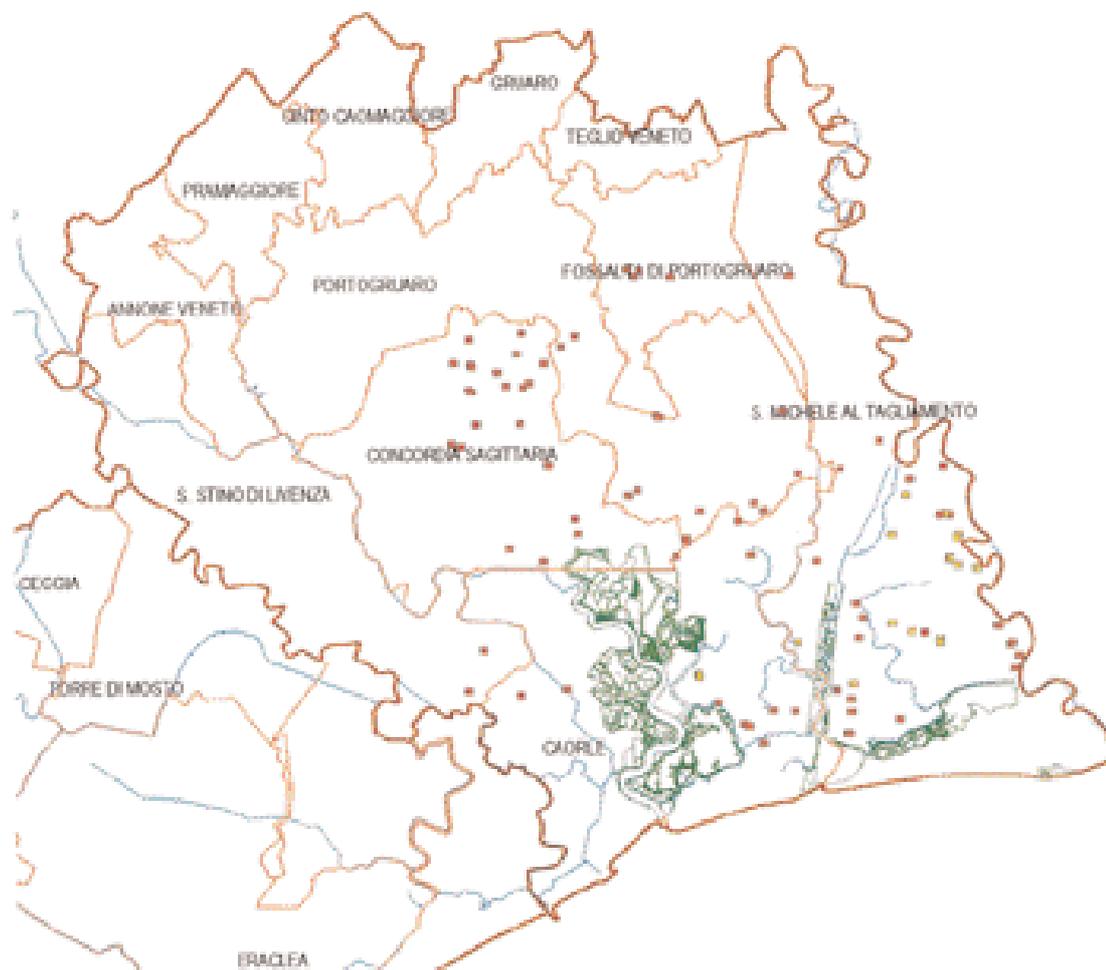
Prof. (m)	n. pozzi	C (microS/cm)	Salinità (gr/l)	Fe (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Prev. (m)	Q max (l/s)
150 - 240	3	380- 980	0,014-0,037	0,06	0,8-1,1	-	-
250 - 315	5	400-1980	0,015-0,074	0	1,1	4,3-12,7	2
320 - 380	3	440- 720	0,017-0,027	0 -0,1	0,8-2	5,7- 9,3	-
400 - 460	9	480-1260	0,013-0,071	0,01-0,1	0,8-1,6	1,5- 5,2	2
480 - 560	53	340-2400	0,013-0,093	0,02-0,2	0,2-2	3,0-30	0,6-3,75
> 580	25	2000-4000	0,018-0,272	0,1	0-2	2,5-21	2 -3,75
Tot.	98						

Parametrizzazione delle falde con 30°C < Temp. < 40°C

Prof. (m)	n. pozzi	C (microS/cm)	Salinità (gr/l)	Fe (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Prev. (m)	Q max (l/s)
150-240	3	380- 980	0,014-0,037	0,06	0,8-1,1	-	-
250-315	4	410	0,015	0	1,1	12,7	-
320-380	3	440- 720	0,017-0,027	0 -0,1	0,8-2	5,7- 9,3	-
400-460	4	590-1260	0,013-0,047	0,03-0,1	0,8-1,6	1,5	2
480-560	48	340- 660	0,013-0,086	0,02-0,1	0,2-2	4,0-20	1,3-3,75
> 580	12	2100-4000	0,018-0,152	0,1	0,7-2	2,5-17,4	2 -3,75
Tot.	74						
% Tot.	76						

Parametrizzazione delle falde con 40°C < Temp < 50°C

Prof. (m)	n. pozzi	C (microS/cm)	Salinità (gr/l)	Fe (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Prev. (m)	Q max (l/s)
400-460	5	530- 845	0,018-0,071	-	-	5,2	-
480-560	5	1800-2400	0,069-0,073	-	-	5 -14,2	3,75
> 580	13	2000-3500	0,075-0,272	0,1	0-1,3	7,0-21	3,75
Tot.	23						
% Tot.	24						



### Legenda

- Area ind.idrogeologica
- Confini comunali
- Fiumi
- Isole e laguna
- Temperatura alla bocca pozzo: 40-50 °C
- Temperatura alla bocca pozzo: 30-40 °C

scala 1:250.000

Figura 48. Distribuzione dei pozzi con temperatura superiore ai 30°C

sure determinate analiticamente al boccapozzo date dalla somma della temperatura media annua dell'aria e del riscaldamento provocato dal gradiente geotermico della zona, sono riportate in Figura 49.

Il grafico evidenzia l'esistenza di molte acque (312 pozzi, pari al 37% dei pozzi verificati) con temperature misurate in campagna superiori alla temperatura calcolata (punti presenti sopra la retta inclinata del gradiente geotermico) e inoltre tutte le acque degli 832 pozzi verificati hanno temperature maggiori della temperatura media dell'aria (punti presenti sopra la linea della temperatura media dell'aria).

È significativo notare che, a parità di falda acquifera considerata, esistono delle differenze di temperatura notevoli, anche di 20°C; tale scostamento nei valori appare più marcato nei pozzi oltre i 400 m di profondità.

Tale anomalia termica interessa le falde acquifere presenti a partire da 100 m di profondità. Esistono delle anomalie anche a profondità minori, ma essendo molto limitate e di dubbia attendibilità sono state volutamente trascurate nelle elaborazioni successive.

Escludendo il contributo termico dell'aria, è stato analizzato il gradiente termico (aumento di temperatura ogni 100 m) relativamente all'acqua di ogni pozzo e sono stati analizzati i dati relativi ai pozzi che presentavano gradienti termici superiori a 3°C ogni 100 m.

Nella Tabella 20 sono presenti i dati delle anomalie del gradiente termico suddivisi per classi di gradiente. Si può notare che la maggior parte dei pozzi (73%) ha un gradiente termico delle acque variabile tra 3-5°C e prelevano a profondità variabili da 109 m a 641 m. Le anomalie termiche più significative, corrispondenti ad un gradiente di 7-9°C, rappresentano il 4% dei pozzi e prelevano a profondità variabili da 150 m a 493 m. Esistono 9 pozzi con anomalie termiche superiori a 9°C la cui profondità di prelevamento è però dubbia<sup>1</sup> e compresa tra 115 m e 315 m.

La Figura 50 riporta la distribuzione dei valori di gradiente termico con la profondità dei pozzi e dimostra come l'anomalia termica è sentita a tutte le profondità considerate.

Considerando le singole profondità di captazione risulta ancora evidente come a parità di profondità esistono delle differenze anche significative nel valore del gradiente.

Nella Tabella 21 sono riportati i parametri fisici, chimici e idraulici delle acque con un gradiente termico anomalo. Si può notare rispetto alla Tabella 19 che il numero dei pozzi è considerevolmente aumentato (da 98 a 305) e che sono interessate dall'anomalia termica, anche acque prelevate a profondità inferiore a 150 m. I range di valori dei parametri sono sostanzialmente analoghi. I valori più elevati di conducibilità elettrici

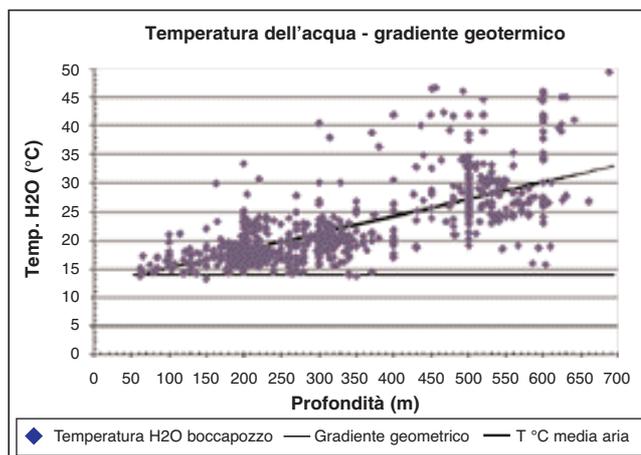


Figura 49. Relazione temperatura dell'acqua - profondità per l'intero Portogruarese

Tabella 20. Classi di anomalie del gradiente geotermico

Gradiente	n. pozzi	% pozzi	range di prof. (m)
3° - 5°	227	73	109 - 641
5° - 7°	62	20	121 - 687
7° - 9°	14	4	150 - 493
> 9°	9	3	115 - 315
Tot.	312		

ca, di salinità, di pressione e di portate sono presenti a profondità maggiori di 480 m. I pozzi con anomali gradienti termici delle acque captano prevalentemente nella 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> falda acquifera a profondità variabili tra 150 e 315 m, e nella 9<sup>a</sup>-10<sup>a</sup> falda a profondità maggiori di 480 m: essi raggruppano complessivamente 265 pozzi, pari all'87% dei pozzi con anomalia termica. Nelle cartografie che seguono, è possibile verificare la distribuzione dei pozzi che presentano anomalie termiche. La Figura 51 prende in considerazione le anomalie di temperatura (differenza tra valore misurato al boccapozzo e valore calcolato sulla base del gradiente geotermico normale), rappresentate con differenti colori.

Risulta che il maggior numero di pozzi è concentrato nei comuni di S. Michele al Tagliamento (110), Caorle (44), Concordia Sagittaria (55), Portogruaro (52) e Fossalta di Portogruaro (29) e occupano l'area centro meridionale orientale del Portogruarese, che può essere indicativamente delimitata dagli allineamenti Portogruaro-Alvisopoli-S. Mauro a nord, limite amministrativo provinciale a est, limite litorale sino

<sup>1</sup> In vari casi si è verificato che la profondità denunciata del pozzo è minore di quella reale.

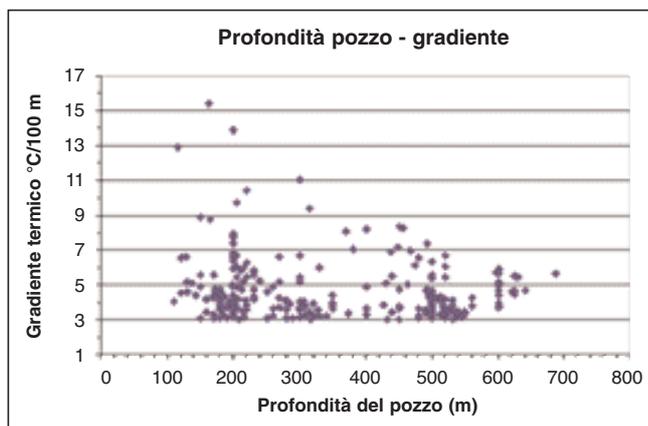


Figura 50. Relazione gradiente geotermico-profondità per l'intero Portogruarese

all'altezza della laguna di Caorle a sud e l'allineamento Caorle-Concordia Saggitaria-Portogruaro a ovest. In particolare le carte delle pagine successive evidenziano la distribuzione areale dei pozzi con varie classi di anomalie del gradiente termico delle acque. Nella zona nord del Portogruarese, nei comuni di Annone, Pramaggiore, Gruaro, Cinto Caomaggiore, Teglio Veneto e Malafesta di S. Michele al Tagliamento, le acque presentano gradienti termici inferiori o prossimi al gradiente geotermico caratteristico della zona, ed è probabile che tali valori siano legati alla circolazione sotterranea delle acque in zone prossime alle aree di ricarica delle falde, con conseguente apporto di acque più fredde. Procedendo verso sud il gradiente termico delle acque aumenta mantenendosi tra i 3° e 5°C sino all'altezza di Cesarolo e Valle Zignago, in cui i valori aumentano e sono maggiori di 5°C. Le anomalie maggiori (gradiente termico maggiore di 7°C) sono concentrate nella zona meridionale dell'area termale sopra delimitata, tra gli abitati di Marinella (S. Michele T.), Prati Nuovi (S. Michele T.) e Brussa (Caorle).

La carta di Figura 52 riporta le isoterme per le acque

captate a profondità maggiore di 480 m. L'area di anomalia termica più marcata è delimitata, come precedentemente descritta, tra le località di Cesarolo, Prati Nuovi e Bevazzana con valori di differenza di temperatura maggiori di 10°C. La geometria delle isoterme dimostra in quest'area un picco positivo con temperature maggiori di 40°C, che decrescono rapidamente sotto i 30°C in direzione sud verso Bibione e in direzione ovest verso Caorle, mentre i valori decrescono lentamente in direzione nord sino all'altezza degli abitati di Portogruaro e Fossalta di Portogruaro. Le temperature minori, delimitate dall'isoterma 25°, sono localizzate tra gli abitati di Pramaggiore, Cinto Caomaggiore e Gruaro.

La carta di Figura 53, analogamente a quella di Figura 52, riporta le isoterme corrispondenti alle acque captate alla profondità di 150-315 m. Le anomalie più significative sono sempre concentrate nella parte meridionale orientale del Portogruarese, tra le località Marinella-Prati Nuovi-Valle Zignago, con valori di differenza di temperatura maggiori di 5°C. Le isoterme delimitano delle aree concentriche limitate, in cui i valori di temperatura superano i 25°C (Valle Zignago-Brussa e Valpelina); l'isoterma 20° ha una geometria piuttosto irregolare evidenziando come le temperature siano maggiori di 20°C in gran parte dell'area meridionale a sud di Lugugnana e Sindacale, a nord tra S. Michele al T.-Alvisopoli-Malafesta-Teglio Veneto, e a nord tra Loncon e Summaga.

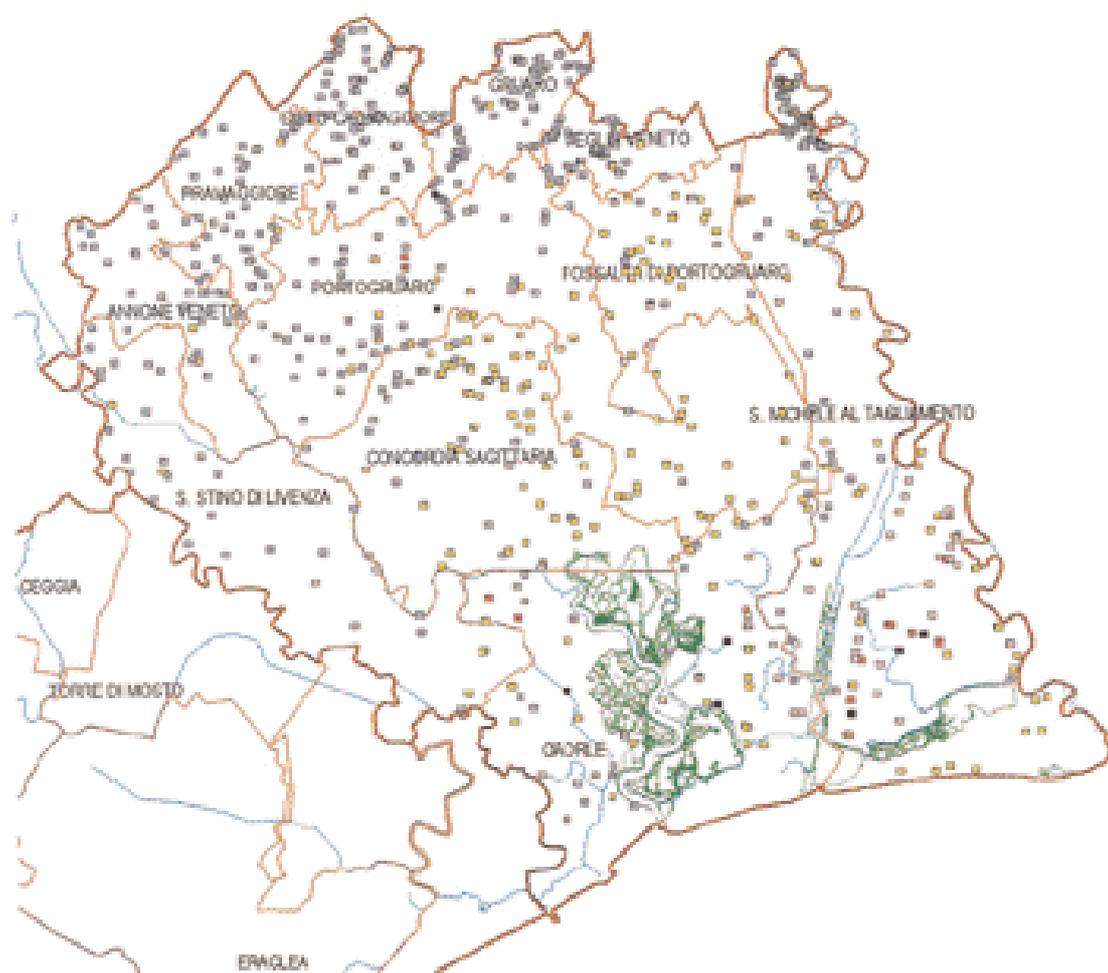
#### 9.4. SFRUTTAMENTO DELLE ACQUE

Sulla base dei dati dei 312 pozzi con gradienti termici anomali delle acque, sono state eseguite delle valutazioni relative allo sfruttamento e alla tipologia di utilizzo della risorsa.

Il consumo relativo a ogni pozzo è stato determinato con misure dirette di campagna, in base alla valutazione della portata unitaria massima, o ricavato dalle autodichieste dei proprietari dei pozzi.

Tabella 21. Parametrizzazione delle falde che presentano anomalie termiche

Prof. (m)	N. pozzi	C (microS)	Salinità (gr/l)	Fe (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Prev. (m)	Q max (l/s)
100 - 130	8	400- 630	0,014-0,024	0,1-0,5	> 1	0 - 1,0	0,1
150 - 240	110	390- 650	0,015-0,024	0,1-0,2	> 1	0 - 3,0	0,1-0,4
250 - 315	41	390-2400	0,015-0,092	0,1-0,2	> 0,8	0,5-12,0	0,2-0,5
320 - 380	14	440- 600	0,017-0,022	0,1	> 0,8	3,0- 9,0	0,1-0,5
400 - 460	18	370-1200	0,014-0,045	0 -0,1	0,5-1,7	4,0-13,0	-
480 - 560	91	340-2400	0,013-0,093	0 -0,1	0,1-1,5	4,0-20,0	1 -3,75
> 580	23	2100-4000	0,080-0,152	0,1	0 -2,0	5,0-20,0	-
Tot.	305						



### Legenda

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Area ind.idrogeologica | Gradiente 0-3 °C/100 m |
| Confini comunali       | Gradiente 3-5 °C/100 m |
| Fiumi                  | Gradiente 5-7 °C/100 m |
| Isole e laguna         | Gradiente 7-9 °C/100 m |
|                        | Gradiente > 9 °C/100 m |

scala 1:250.000

Figura 51. *Gradiente geotermico misurato ai pozzi (pozzi con profondità > 60 m)*

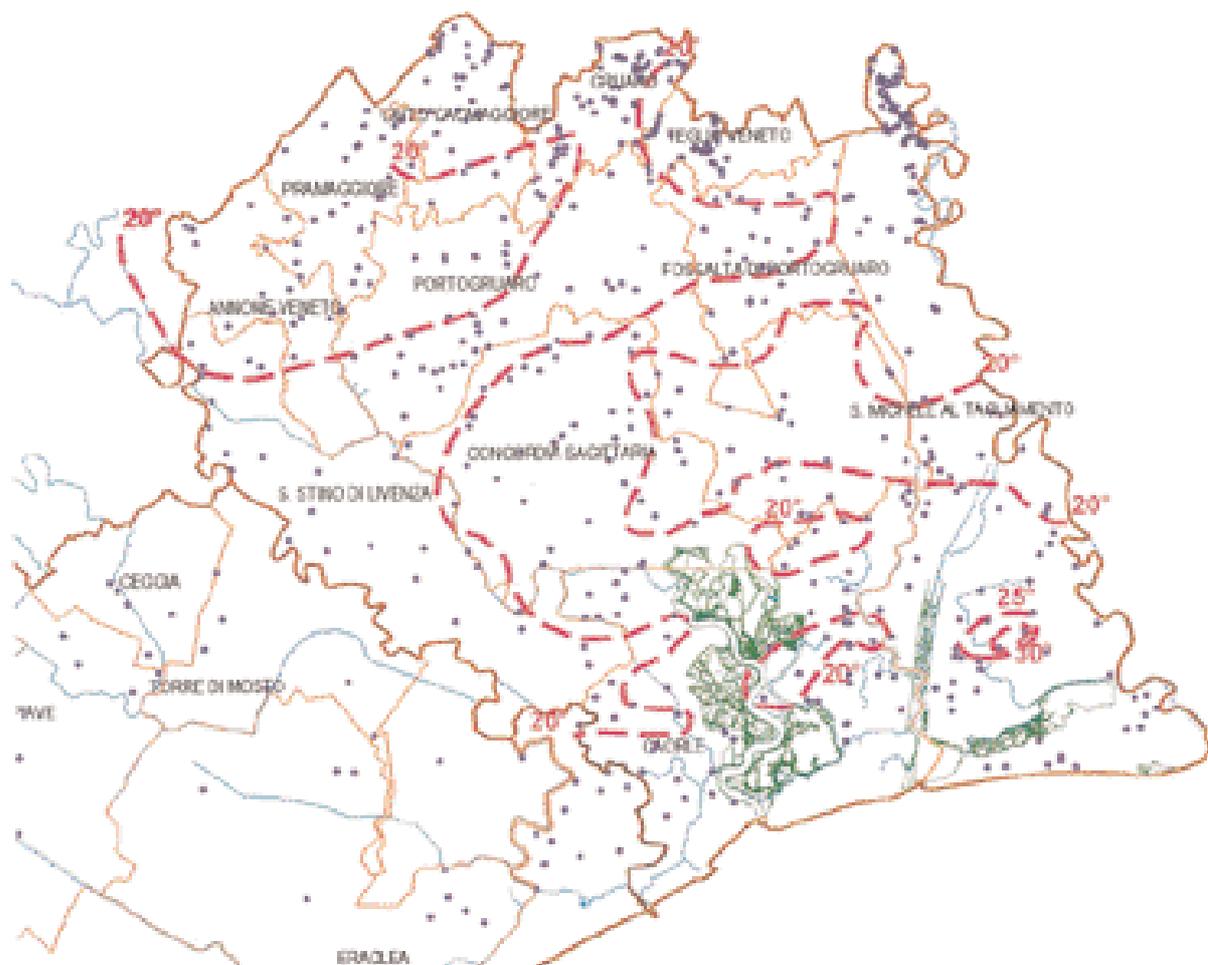


**Legenda**

- Area ind. idrogeologica
- Confini comunali
- Fiumi
- Isole e laguna
- + Pozzo con prof. > 480 m
- Isoterma

scala 1:250.000

Figura 52. Isotherme per la classe di profondità > 480 m



**Legenda**

- Area ind. idrogeologica
- Confini comunali
- Fiumi
- Isole e laguna
- Pozzo con prof. 150-315 m
- Isotherma

scala 1:250.000

Figura 53. Isotherme per la classe di profondità 150-315 m

Tabella 22. *Sfruttamento delle falde con gradiente geotermico anomalo*

Falda	Prof. (m)	N. pozzi	%	Consumo (l/anno)	Consumo (m <sup>3</sup> /anno)	Consumo (l/s)	%
IV	100 - 130	8	2	47.700.000	47.700	1,5	1
V	150 - 240	110	36	819.600.000	819.600	26,0	14
VI	250 - 315	41	13	685.000.000	685.000	21,7	12
VII	320 - 380	14	5	187.500.000	187.500	5,9	3
VIII	400 - 460	18	6	537.900.000	537.900	17,1	9
IX	480 - 560	91	30	3.047.400.000	3.047.400	96,6	53
X	> 580	23	8	449.700.000	449.700	14,3	8
Totale		305		5.774.800.000	5.774.800	183,1	

I dati elaborati sono riportati nella Tabella 22, in cui sono stati presi in considerazione i pozzi con profondità maggiore di 100 m e caratterizzati da un artesianismo zampillante. I pozzi considerati sono 305 anziché 312, poiché 7 di essi non rientrano nelle classi di profondità definite per la delimitazione indicativa delle falde acquifere del Portogruarese.

Considerando ogni singola falda, sul consumo totale di 5.774.800 m<sup>3</sup>/anno, i prelievi eseguiti nella 9<sup>a</sup> falda, alla profondità di 480-560 m, incidono per il 53%, con una portata unitaria di 96.6 l/s; seguono i prelievi fatti nella 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> falda alla profondità rispettivamente di 150-240 m, che incidono per il 14% e 12% con una portata unitaria di 26.0 e 21.7 l/s. Come evidenziato anche dal grafico di Figura 54, lo sfruttamento maggiore è a carico della 9<sup>a</sup> falda, in cui a un maggior prelievo, rispetto a quello compiuto nella 5<sup>a</sup> falda, spetta un numero di pozzi minore (91 contro 110 pozzi, pari al 30% contro 36%).

Complessivamente nell'area termale, come precedentemente delimitata, esiste uno sfruttamento della georisorsa di 183.1 l/s.

L'utilizzo dell'acqua, riportato nella Tabella 23 e nel grafico di Figura 55, è prevalentemente domestico, con il 42% dei consumi e il 50% del numero dei pozzi, i quali mediamente raggiungono la profondità di 400 m. A seguire c'è l'utilizzo termale, con il 18% dei consumi, e l'utilizzo irriguo, con il 16% dei consumi.

L'utilizzo domestico dell'acqua è alternativo all'acqua fornita dagli acquedotti, ma in moltissimi casi era esclusivo, in quanto solo negli ultimi anni la rete acquedottistica ha coperto quasi interamente il Portogruarese. L'utilizzo domestico fa riferimento ad usi igienico-sanitari, potabili, di irrigazione di piccoli orti e in parecchi casi per il riscaldamento delle abitazioni. L'entità del consumo, 2.516.000 m<sup>3</sup>/anno, non è solo da imputare ad un utilizzo continuo dell'acqua (che forse incide marginalmente), ma nell'impropria abitudine di lasciare il pozzo a erogazione continua anche nei periodi di non utilizzo della georisorsa.

Significativa è l'incidenza sui consumi determinata dai pozzi utilizzati a scopo termale, che in numero di 2 (raggiungono la profondità di 490 m) determinano il 18% dei consumi annui totali.

Altro dato interessante è la presenza di 15 pozzi inutilizzati e 24 pozzi adibiti a «fontane pubbliche» che raggiungono profondità medie di 240 m, e che determinano rispettivamente un consumo annuo del 2% e 3%.

#### 9.5. CHIMISMO DELLE ACQUE TERMALI

Il piano di lavoro non prevedeva un'analisi chimica e geochimica di queste acque. I dati disponibili sono quindi quelli misurati direttamente in campagna (Ferro, Ammoniaca e salinità, ricavata indirettamente dalle misure di conducibilità elettrica), le analisi chimiche complete fornite dai proprietari dei pozzi (5) e i dati della rete di monitoraggio idrogeologico della provincia di Venezia (5) (si veda il capitolo 8).

I grafici di Figura 56 riportano i valori di salinità in funzione della profondità (maggiore di 100 m) dei pozzi, rispettivamente con anomalia termica positiva e anomalia termica negativa o nulla.

Il confronto evidenzia un generale aumento della salinità, pur mantenendosi sempre ampiamente al di sotto del limite di 1 g/l, nelle falde presenti a profondità maggiori di 400 m, raggiungendo valori variabili da 0.05 g/l a 0.15 g/l; mentre nei pozzi con anomalia termica negativa i valori si mantengono costantemente sotto i 0.03 g/l. Unico pozzo in cui il valore di salinità raggiunge una concentrazione significativa (0.272 g/l) è il n. 1046 a Bevazzana (comune di S. Michele al Tagliamento) il quale raggiunge la profondità di 687 m ed eroga acqua alla temperatura di 49°C.

Il pH delle acque è leggermente basico con valori sempre maggiori di 7 e prossimi, o di poco superiori, a 8. La durezza dell'acqua, espressa in gradi francesi, ha valori variabili da 11 a 64, indice di acque da dolci a molto dure.

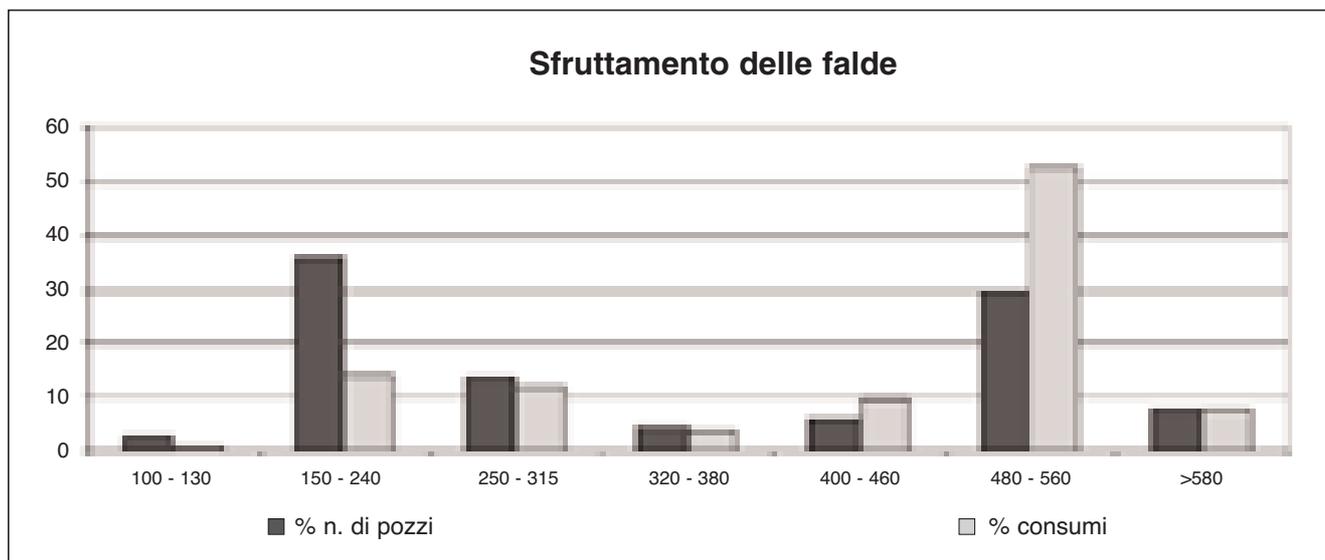


Figura 54. *Sfruttamento delle falde*

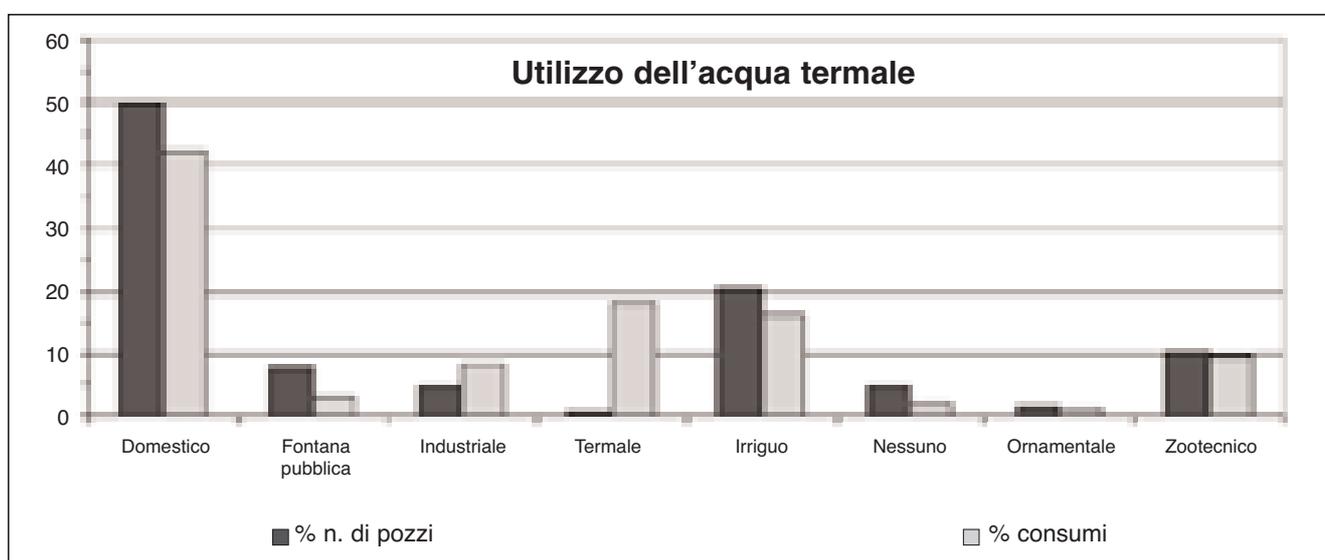


Figura 55. *Utilizzo dell'acqua termale*

Tabella 23. *Utilizzo dell'acqua termale*

Tipo di utilizzo	N. pozzi	%	consumo m <sup>3</sup> /anno	%
Domestico	154	50	2.516.000	42
Fontana pubblica	24	8	176.000	3
Industriale	15	5	481.000	8
Termale	2	1	1.075.000	18
Irriguo	64	21	954.000	16
Nessuno	15	5	118.000	2
Ornamentale	5	2	67.514	1
Zootechico	32	10,0	564.000	9
Totale	311		5.951.000	

Le concentrazioni dei principali cationi (Ca, Mg, Na, K) dimostrano una netta prevalenza del Na, con valori variabili da 40 mg/l a 128 mg/l, e valori contenuti in Ca, con valori di 32-50 mg/l; il Mg ha valori di 2-23 mg/l, e il K ha valori di 0.8-3.0 mg/l (fatta eccezione per il pozzo 1012 che presenta concentrazioni di 10 mg/l).

La concentrazione dei principali anioni (Cloruri, Solfati), sono molto basse e rispettivamente di 0.8- 4.1 mg/l e di 0.05-3.4 mg/l, con eccezione del pozzo 1111 in cui la concentrazione dei Cloruri è di 92 mg/l.

La concentrazione dei nitrati e nitriti è bassa e inferiore rispettivamente a 9 mg/l e 0.04 mg/l, mentre il gruppo di elementi P, As, Cd, Cr, Pb, Cu, Mn, Zn, B, Se, Ni, Al, F, CN presenta concentrazioni sempre molto basse e al disotto dei limiti di legge per le acque potabili.

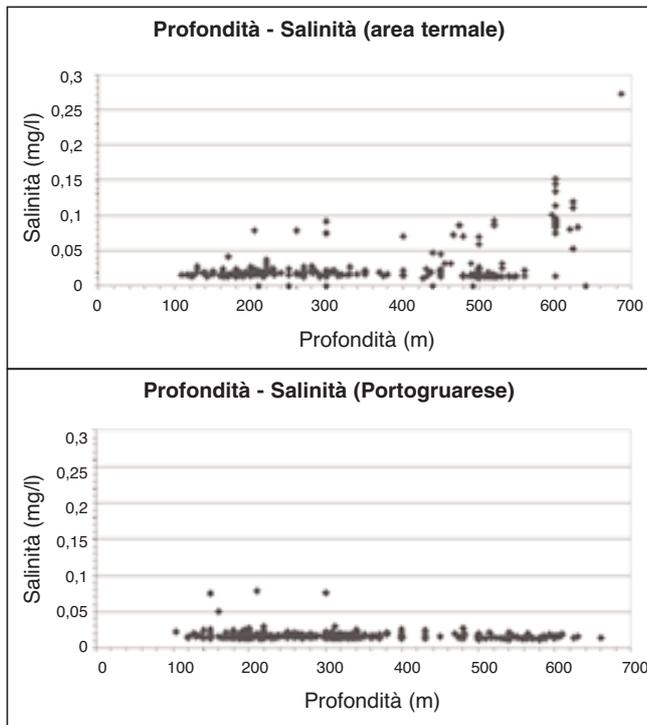


Figura 56. Valori di salinità in funzione della profondità, per i pozzi con gradiente geotermico anomalo (area termale) e normale

## 9.6. CONCLUSIONI

Tra i centri abitati di Portogruaro-S. Michele al Tagliamento a nord, e Caorle-Bibione a sud, è delimitata una vasta area termale che si manifesta con temperature anomale delle acque di falda erogate dai pozzi. Le falde termali sono distribuite nell'intervallo di profondità di 100-700 m, in orizzonti acquiferi prevalentemente sabbiosi e/o ghiaiosi tra loro sovrapposti nella copertura sedimentaria quaternaria, il cui letto è posto alla profondità minima indicativa di 475 m, e nella copertura sedimentaria terziaria, il cui letto è posto alla profondità minima indicativa di 725 m.

Le falde acquifere, con anomali gradienti termici, maggiormente utilizzate (87% dei pozzi) sono quelle presenti a profondità tra 150-315 m (50%) e a profondità maggiori di 480 m (37%).

Le temperature delle acque sono superiori se captate a profondità maggiori di 400 m, con valori variabili da 20°C a 49°C, mentre sotto i 400 m i valori sono variabili da 15°C a 25°C. Le isoterme relative alle due principali classi di profondità da cui i pozzi attingono dimostrano che l'anomalia termica è molto accentuata a profondità maggiori di 480 m, con la delimitazione di un duomo positivo maggiore di 35°C tra gli abitati di Cesarolo-Brussa-Bevazzana.

Il gradiente termico delle acque erogate, con valori variabili da 3°C a 9°C ogni 100 m, ha valori anomali

alle varie profondità di captazione dei pozzi e la loro distribuzione areale è delimitata dagli abitati di Portogruaro-Fossalta di Portogruaro-S. Mauro-Bibione-Caorle. I pozzi con i valori più alti di gradiente termico sono concentrati tra gli abitati Cesarolo-Bevazzana-Brussa.

Le prevalenze dal piano campagna sono variabili da 0.6 m a oltre 20 m, con valori più alti nelle falde oltre i 480 m di profondità. Le portate d'acqua che i pozzi erogano sono variabili da 0.04 l/s a 3.75 l/s e, come per la prevalenza, i valori maggiori sono in corrispondenza delle falde oltre i 480 m di profondità.

Alcuni autori sono concordi nel ritenere determinante la presenza della dorsale mesozoica calcarea di Cesarolo, in cui la circolazione convettiva dei fluidi presenti al suo interno riscalderebbe per conduzione gli strati di copertura soprastanti.

A conferma di questo, è rilevante che le acque più calde siano prelevate a profondità maggiori di 480 m in depositi terziari a diretto contatto con i calcari mesozoici. Ciò sarebbe anche analogo al termalismo rilevato nelle aree friulane limitrofe alla foce Tagliamento.

È però significativa la presenza di anomalie termiche anche a profondità minori di 400 m e soprattutto nell'intervallo di profondità di 150-315 m; quindi in acquiferi non fisicamente a diretto contatto con i depositi calcarei e in una situazione idrogeologica che non prevede comunicazione con falde profonde oltre i 400 m. Se a queste considerazioni si aggiunge la significativa differenza di anomalie termiche all'interno dello stesso acquifero considerato, anche in punti di misura molto prossimi tra loro, si deduce che esistono altri fattori locali che possono influenzare la temperatura dell'acqua.

Probabilmente un approfondimento delle attuali conoscenze (molto limitate e non sempre precise) litostatigrafiche, idrogeologiche e chimiche, potrebbero meglio chiarire l'origine del termalismo, al fine di valutare le reali potenzialità della georisorsa.

Allo stato attuale con i dati disponibili, è stato stimato un consumo anno di circa 6.000.000 di m<sup>3</sup>, pari a 183 l/s, che sono principalmente prelevati negli acquiferi alla profondità di 150-315 m (26%) e alla profondità maggiore di 480 m (61%).

Il consumo è principalmente per usi domestici (42%), seguito da un uso termale (18%) e irriguo (16%).

È significativo sottolineare che il consumo domestico, pur essendo elevato, non corrisponde a un reale utilizzo della georisorsa, poiché spesso i pozzi sono lasciati a erogazione spontanea continua anche in periodi di non utilizzo.

## 10. Aspetti gestionali

### 10.1. PREMESSA

L'indagine svolta ha messo in evidenza l'importanza di molti aspetti relativi alla gestione delle acque sotterranee. I principali sono:

- 1) la presenza di numerosi pozzi non autodenunciati e/o abusivi;
- 2) l'ingente spreco della risorsa acqua sotterranea nelle aree dove i pozzi sono a erogazione spontanea;
- 3) l'assenza di informazioni anche basilari, quali la stratigrafia e la profondità del pozzo, su numerosi punti di prelievo;
- 4) la necessità di coordinare gli interventi in tema di acque sotterranee con gli altri enti aventi compiti gestionali in materia;
- 5) la necessità di semplificare le procedure autorizzative per le piccole derivazioni.

### 10.2. POZZI NON AUTODENUNCIATI E/O ABUSIVI

L'*Indagine idrogeologica*, pur non essendo finalizzata a compiti di tipo amministrativo, ha comunque permesso di raccogliere e archiviare su supporto magnetico numerosissimi dati utili anche a tali scopi.

Va ricordato che l'*Indagine idrogeologica* partiva dall'esame<sup>1</sup>, e successivo controllo di campagna, di tutte le autodenunce dei pozzi profondi più di 10 metri o di profondità sconosciuta<sup>2</sup>.

Il database georeferenziato, realizzato con i dati rilevati dalle schede delle autodenunce e dai sopralluoghi

in situ (uno per ciascun pozzo), contiene quindi informazioni di dettaglio su un gran numero di pozzi<sup>3</sup>, molti dei quali autodenunciati e altri non autodenunciati.

Per vaste aree della provincia, inoltre, il database permette di verificare quali pozzi risultano autodenunciati e quali no. Ciò risulta difficile o, a volte, impossibile per le aree in cui l'*Indagine idrogeologica* è stata svolta da più tempo (i sette comuni del Miranese)<sup>4</sup>. In particolare, va osservato che per il Portogruarese, dove sono stati censiti 1120 pozzi, si è anche già effettuato il confronto tra pozzi autodenunciati e non autodenunciati. È risultato che, dei 1120 pozzi censiti, 791 risultavano anche già autodenunciati, mentre 329 (30%) sono stati censiti tramite il censimento «porta a porta» e altre indagini, in quanto non autodenunciati.

Molti pozzi anche se autodenunciati non sono comunque a norma; in particolare molti pozzi a uso non domestico non hanno alcun permesso di derivazione dal competente Genio Civile, come invece previsto dalla normativa vigente.

Il problema appare complesso da affrontare, ma risulta non procrastinabile.

Va osservato che la normativa vigente<sup>5</sup> permette, da ora, di effettuare appositi interventi di regolazione della portata emunta e/o di chiusura per i pozzi abusivi e/o che pregiudichino l'equilibrio idrogeologico (si veda il capitolo successivo).

### 10.3. SPRECO DELLA RISORSA

Come è stato verificato con dati precisi, molti pozzi artesiani anche a uso domestico, regolarmente denunciati, vengono lasciati a erogazione continua (e tra questi vi sono anche pozzi di proprietà comunale!), con sprechi d'acqua notevoli; infatti spesso questi

<sup>1</sup> Con l'eccezione dei pozzi ricadenti nei sette comuni del Miranese (Martellago, Mirano, Noale, Salzano, Santa Maria di Sala, Scorzè e Spinea).

<sup>2</sup> L'art. 7 della legge 319/76 (Legge Merli, ora abrogata ma in vigore durante la realizzazione della *Indagine idrogeologica*) indica che «Tutti i soggetti che, al di fuori dei pubblici servizi, provvedono autonomamente all'approvvigionamento idrico devono provvedere all'installazione ed al buon funzionamento di idonei strumenti per la misura della portata delle acque prelevate e farne denuncia ai competenti uffici delle province, dei consorzi e dei comuni con periodicità non superiore all'anno. I soggetti contemplati dall'art. 93 del regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le imprese familiari coltivatrici, che utilizzano l'acqua per scopo agricolo, sono tenuti esclusivamente alla denuncia ai competenti uffici delle province, dei consorzi e dei comuni. In ogni caso tale disposizione non si applica agli insediamenti produttivi».

<sup>3</sup> Quasi 3500 sull'intera provincia di cui quasi 2000 nella sola parte centrale.

<sup>4</sup> Tale difficoltà sussiste solo in parte per altre aree del territorio provinciale dove l'indagine idrogeologica è stata svolta più di recente.

<sup>5</sup> In particolare: R.D. 1775/1933, D.L. 275/93, L.R. 33/85, D.L. 152/99.

pozzi hanno portate anche di 1 l/s, corrispondenti a 31.536.000 litri in un anno, per singolo pozzo.

Indipendentemente dalla posizione burocratico-amministrativa regolare o meno di questi pozzi, è necessario intraprendere azioni idonee per eliminare, o limitare, questo spreco, considerando che la riserva non è inesauribile, che il numero dei pozzi è in aumento e che esistono i segnali di un sensibile sovrasfruttamento delle acque sotterranee.

Da un lato il problema va affrontato con una adeguata informazione-sensibilizzazione sulle conseguenze di questo spreco, che spesso si fonda su motivazioni fantasiose, quale quella che tenendo chiusa la saracinesca (peraltro spesso assente) del pozzo si avrebbe una perdita della portata<sup>6</sup>.

Dall'altra è però necessario intervenire per far rimuovere almeno gli sprechi più considerevoli. Numerose normative (R.D. 1773/33, D.L. 275/93, L.R. 33/85, L. 36/94, D.Lgs. 152/99) danno la possibilità di interventi efficaci a vari enti.

In particolare si ricorda che:

– l'art 106 del R.D. 1775/33 prevede che «l'ufficio del Genio Civile anche nelle zone non soggette a tutela può disporre che sia regolata la erogazione dei pozzi salienti a getto continuo e può adottare, altresì, le disposizioni di cui all'articolo precedente<sup>7</sup> qualora ricorrano attuali o prevedibili situazioni di subsidenza, ovvero di inquinamento o pregiudizio al regime delle acque pubbliche. La stessa autorità può disporre, a spese dei responsabili, la chiusura dei pozzi dei quali sia cessata l'utilizzazione<sup>8</sup>».

– l'articolo 6 della L.R. 33/85 prevede tra le competenze dei Comuni quella relativa al controllo successivo «sull'installazione e funzionamento dei sistemi di misura dell'acqua prelevata dai titolari di approvvigionamenti idrici autonomi».

Più recentemente l'art. 25 del D.Lgs. 152/99 ha ulteriormente specificato che «Le regioni prevedono norme e misure volte a favorire la riduzione dei consumi e l'eliminazione degli sprechi e in particolare a:

c) promuovere l'informazione e la diffusione di metodi e tecniche di risparmio idrico domestico e nei settori industriale, terziario e agricolo; d) installare contatori per il consumo dell'acqua in ogni singola unità abitativa nonché contatori differenziati per le attività

produttive e del settore terziario esercitate nel contesto urbano».

I dati raccolti dalla Provincia potrebbero quindi essere utilizzati per l'effettuazione dei necessari interventi<sup>9</sup>.

#### 10.4. ASSENZA DI INFORMAZIONI SU NUMEROSI PUNTI DI PRELIEVO

Si è riscontrata una notevole difficoltà nel ricostruire la struttura idrogeologica del sottosuolo, nonostante il numero elevatissimo di pozzi esistenti, a causa delle limitate informazioni litostratigrafiche disponibili.

Si ricorda che la Legge 464/84<sup>10</sup> prevede l'obbligo dell'invio al Servizio Geologico Nazionale della stratigrafia di qualsiasi perforazione eseguita a profondità superiore ai 30 metri; questa norma viene largamente disattesa e, nei pochi casi in cui le stratigrafie vengono compilate, esse sono generalmente imprecise nell'uso dei termini geologici e idrogeologici e nelle profondità di rinvenimento delle differenti falde, quando non totalmente inventate. Riguardo a dati di importanza primaria, soprattutto per finalità gestionali, come i parametri idrogeologici, va notato che essi non sono noti spesso neppure su pozzi a uso acquedottistico. Risulta quindi non procrastinabile la necessità di formare e sensibilizzare adeguatamente gli operatori del settore delle perforazioni e della costruzione dei pozzi per acqua.

Non si può qui non accennare a quali gravi effetti negativi comporti il mancato rispetto della Legge 464/84 e non solo per gli enti pubblici con compiti di gestione delle risorse idriche sotterranee ma anche per i privati cittadini possessori del pozzo. Infatti la stratigrafia non è solo un dato essenziale per poter ricostruire la geometria degli acquiferi e quindi per ubicare correttamente le opere di captazione idropotabile, per costruire correttamente i pozzi, per determinare il bilancio del bacino idrogeologico e più in generale per una corretta gestione delle risorse idriche sotterranee, ma è anche un dato di utilità per il singolo pozzo.

Si immagini, solo per fare un esempio, che una falda in pressione venga interessata dalla propagazione di

<sup>6</sup> Per pozzi a debolissima prevalenza tale affermazione è in parte veritiera, ma non è altro che una conseguenza della diffusa errata costruzione dei filtri da parte delle imprese che costruiscono i pozzi, che in genere non tengono per nulla conto delle caratteristiche geologico-stratigrafiche nella scelta del filtro da installare. Va segnalata quindi anche la necessità di informare adeguatamente i «pozzaioli».

<sup>7</sup> Ovvero, tra l'altro, la chiusura del pozzo.

<sup>8</sup> La seconda parte dell'articolo di legge deriva da un'integrazione apportata dal D.L. 275/93.

<sup>9</sup> Va notato che la Provincia di Venezia, nel proprio bilancio di previsione 1999, in una scheda-progetto del Settore Politiche Ambientali, prevede: «la necessità di sottoporre a controllo – e quindi di limitare e regolamentare, fornendo gli opportuni strumenti alla Regione Veneto – una serie di interventi già molto diffusi, specialmente in alcune aree del territorio provinciale e che continuano a svilupparsi senza alcuna regolamentazione specialmente a causa di controlli specifici».

<sup>10</sup> Legge 4 agosto 1984, n. 464: *Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio Geologico, della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale.*

un inquinamento avvenuto a monte; non sarebbe possibile intervenire con metodologie di bonifica o prevedere l'evoluzione del processo di contaminazione, senza disporre di dati stratigrafici sufficientemente attendibili.

Si rileva che acquisire tale conoscenza nel corso della perforazione di un pozzo comporta un costo molto limitato, mentre la sua acquisizione in una fase successiva implica l'adozione di metodologie sperimentali specialistiche (logs geofisici in foro), ben più onerose.

#### 10.5 NECESSITÀ DI COORDINARE GLI INTERVENTI CON GLI ALTRI ENTI AVENTI COMPITI GESTIONALI IN MATERIA

È noto che l'attuale legislazione suddivide le competenze sulle acque superficiali e sotterranee tra un gran numero di enti, quali Regione, ARPAV, Province, Magistrato alle Acque, Servizio Idrografico, Geni Civili, Autorità di Bacino, Consorzi di bonifica..., causando spesso notevoli difficoltà per una gestione efficace del problema.

Nel quadro del progetto *Rete di monitoraggio delle acque sotterranee in provincia di Venezia*, svolto insieme alla Regione Veneto, secondo quanto stabilito da un apposito Protocollo di intesa<sup>11</sup>, è stato creato un apposito «Gruppo di lavoro»<sup>12</sup> che coordini gli interventi sulle acque sotterranee; tale gruppo di lavoro coinvolge attualmente una quindicina di enti pubblici. Infatti il coinvolgimento del maggior numero delle istituzioni preposte alla tutela delle acque sotterranee è garanzia per il conseguimento di risultati positivi.

Il coordinamento con gli altri enti interessati sarà particolarmente importante per quanto riguarda la decisione in ordine ai provvedimenti da adottare per i pozzi non autodenunciati e/o abusivi. Tali interventi andrebbero discussi se non altro con:

- Genio Civile (ente competente a rilasciare i permessi per le piccole derivazioni);
- Regione Veneto (in particolare per quanto riguarda le acque termali) e ARPAV;
- Comuni;
- altre Province.

<sup>11</sup> Delibera Prot. n. 50845/96 della Provincia di Venezia.

<sup>12</sup> Il Gruppo di lavoro è stato costituito sulla base di quanto previsto dai seguenti due articoli del Protocollo d'intesa redatto con la Regione Veneto: «Art. 10. Nella progettazione e gestione della rete la Provincia di Venezia si impegna a predisporre quanto necessario per la costituzione di un Gruppo di Lavoro a cui partecipino gli Enti interessati al problema e la Regione Veneto-Dipartimento per l'Ecologia e la Tutela dell'Ambiente, competente a definire gli indirizzi. Art. 11. La realizzazione pratica degli aspetti relativi al monitoraggio qualitativo e quantitativo saranno definite in sede di Gruppo di Lavoro con atti successivi».

#### 10.6. SEMPLIFICAZIONE DELLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE PER LE PICCOLE DERIVAZIONI

Si ritiene che gli interventi sull'abusivismo debbano procedere parallelamente a iniziative finalizzate alla risoluzione delle incertezze e pesantezze normative che favoriscono il diffondersi dell'abusivismo stesso. Tale problema è attualmente in discussione anche nel «Gruppo di lavoro sulle acque sotterranee», costituito da una quindicina di enti sulla base di quanto previsto dal più volte citato protocollo d'intesa tra Provincia di Venezia e Regione Veneto.

Una via per risolvere questo problema potrebbe essere quello di un apposito intervento legislativo. Interessante a tale proposito appare quanto fatto dalla Regione Piemonte con la Legge Regionale 30 aprile 1996 n. 22 *Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee*<sup>13</sup>, che potrebbe essere utilizzata come modello per la realizzazione di un analogo intervento legislativo anche nella nostra regione.

In ogni caso la normativa dovrà privilegiare gli aspetti del razionale uso delle risorse e della corretta progettazione geologica dei pozzi, piuttosto che aspetti puramente burocratici.

#### 10.7. PROPOSTE TECNICHE DA SOTTOPORRE ALLE AMMINISTRAZIONI COMPETENTI

I problemi discussi nei paragrafi precedenti rappresentano per la Provincia, che ha importanti compiti in tema di gestione delle acque sotterranee e di difesa del suolo, problemi urgenti da affrontare.

Nel seguito si elencano alcune proposte, come contributo per la definizione delle modalità di intervento. Le proposte riassumono e completano quelle fatte ai paragrafi precedenti in rapporto a temi specifici.

I principali interventi che si ritiene potrebbero essere attuati sin da ora dalla Provincia e dagli enti preposti sono:

- eseguire verifiche sui pozzi abusivi e non autodenunciati;
- effettuare gli appositi interventi di regolazione della portata dei pozzi artesiani a erogazione continua e/o di chiusura sui pozzi che risultano abusivi e/o che pregiudicano l'equilibrio idrogeologico, previsti dalla normativa vigente;
- attuare forme di sensibilizzazione-informazione della cittadinanza sul corretto uso della georisorsa acqua sotterranea, in particolare nelle aree in cui è maggiormente diffuso lo spreco;

<sup>13</sup> La legge è stata pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 3ª serie speciale, n. 34 del 31 agosto 1996.

- realizzare forme di aggiornamento-riqualificazione per i tecnici del settore della costruzione dei pozzi, affinché acquisiscano alcune nozioni geologiche-idrogeologiche di base in modo da permettere una più adeguata costruzione dei pozzi e una migliore raccolta delle informazioni litologiche sui punti di perforazione;
- intervenire affinché la Legge 464/84, riguardante l'obbligo d'invio delle stratigrafie a profondità superiore ai 30 metri al Servizio Geologico Nazionale, sia compiutamente applicata;
- proseguire i monitoraggi idrogeologici in atto e migliorare la parametrizzazione idrogeologica degli acquiferi;
- intervenire perché venga promulgata una legge che consenta lo snellimento delle pratiche burocratiche necessarie per l'autorizzazione di piccole derivazioni.

## 11. Conclusioni

L'indagine idrogeologica del territorio provinciale è stata programmata e realizzata dalla Provincia di Venezia in base sia a precisi dettati normativi (L. 319/76, L. 142/90, L.R. 33/85, L.R. 44/82, D.P.R. 236/88, D.L. 130/89, D.L. 275/93, L. 36/94)<sup>1</sup>, sia come parte organica di un più ampio progetto mirante ad acquisire un'approfondita conoscenza delle problematiche fisico-ambientali del proprio territorio. Lo studio ha avuto lo scopo di valutare e caratterizzare le acque sotterranee esistenti nel sottosuolo provinciale, prendendo in esame la struttura stratigrafica, la situazione idrogeologica, i caratteri idraulici delle falde, i parametri chimico-fisici principali delle acque, lo sfruttamento in atto e le disponibilità ancora esistenti.

Le ricerche si sono articolate nel seguente schema:

- 1) raccolta e interpretazione dei dati stratigrafici esistenti e ricostruzione della struttura geologica;
- 2) censimento dei pozzi alimentati da falde in pressione, con schedatura, rilevamento e misura di alcuni parametri chimico-fisici e idrogeologici;
- 3) raccolta e valutazione di analisi chimiche delle acque;
- 4) archiviazione informatizzata e georeferenziazione dei dati;
- 5) elaborazione e interpretazione dei dati.

Le falde su cui si è concentrata l'attenzione sono quelle in pressione, poiché la falda freatica, in quest'area, riveste modesta importanza per l'uso idropotabile e spesso anche per altri usi.

Da un punto di vista geologico, il sottosuolo è caratterizzato dalla presenza di una coltre sedimentaria terrogena argillosa, limosa, sabbiosa e ghiaiosa, con uno spessore di oltre 500 m. La distribuzione dei litotipi, sia lateralmente che verticalmente, è discontinua.

Le conoscenze ottenute sulla base delle stratigrafie esistenti sono limitate per la scarsità dei dati esistenti. Si osserva che solo il 2% dei pozzi censiti possiede il dato della stratigrafia.

Nel sottosuolo si alternano, per alcune centinaia di metri, livelli di sedimenti fini (argille e limi, imper-

meabili o poco permeabili all'acqua) e di sedimenti grossolani (sabbie e ghiaie, permeabili all'acqua). Questi ultimi alloggiavano ricche falde, che hanno la loro alimentazione in territori posti a nord della provincia di Venezia.

La situazione idrogeologica è caratterizzata da una serie di falde sovrapposte, in pressione.

Le falde rilevate sono alloggiare in livelli ghiaiosi nelle parti più a monte, dove si hanno le risorse idriche più abbondanti, mentre nel rimanente territorio sono contenute in acquiferi sabbiosi.

Le falde più produttive risultano quelle localizzate a profondità superiore a 260 m; esse mostrano prevalenze sul piano campagna anche di 3-20 m.

L'indagine di campagna è stata condotta con un censimento pozzi «porta a porta» nelle aree a maggiore diffusione della risorsa (nell'alto Miranese e nell'alto Portogruarese), e in base alle autodenunce e alle informazioni recuperate presso enti pubblici e privati nel rimanente territorio.

Il numero totale dei pozzi censiti è di 3267, distribuiti non uniformemente sul territorio, con una maggiore concentrazione nell'alto Miranese (comuni di Scorzè, Noale, Salzano e Martellago), nell'alto Portogruarese (comuni di Cinto, San Michele al Tagliamento, Gruaro, Pramaggiore, Teglio Veneto) e nel comune di Cavallino-Treporti.

Il territorio è quasi interamente servito dalla rete acquedottistica pubblica. La profondità dei pozzi sfruttati per l'approvvigionamento idrico autonomo supera frequentemente i 300 m e, nel Portogruarese, frequentemente i 500 m. Il 54% dei pozzi sono caratterizzati da erogazione spontanea.

Le falde sono confinate e in pressione. Le più intensamente sfruttate sono, nell'area di Scorzè, Noale, Salzano e Martellago, la quinta (260-300 m) e, nel litorale del Cavallino, la falda tra 81 e 124 m; nel Portogruarese vengono sfruttate varie falde anche molto profonde (500-600 m).

Nel territorio studiato, pozzi di acquedotti pubblici si trovano nei comuni di Scorzè e Gruaro<sup>2</sup>. In comune di

<sup>1</sup> L'indagine idrogeologica è stata realizzata prima dell'entrata in vigore del D.Lgs. 152/99, ma comunque ben si inserisce in quanto previsto da questa nuova normativa.

<sup>2</sup> Pozzi a uso acquedottistico si hanno anche in comune di Cavarzere (località Golena Martinelle), ma essi captano l'acqua di subalveo del fiume Adige.

Scorzè vi sono anche i pozzi di un importante stabilimento di acque minerali. Queste presenze indicano l'importanza della risorsa e l'opportunità di studiarle e gestirle razionalmente.

L'utilizzo prevalente dell'acqua è variabile da zona a zona. Importanti prelievi si hanno per diversi usi: acquedottistico, minerario (imbottigliamento), agricolo, industriale e domestico.

Lo sfruttamento sta mostrando un andamento crescente nell'area dell'alto Miranese; esso andrà attentamente monitorato per limitare lo sviluppo di fenomeni di sovrasfruttamento degli acquiferi, con conseguenti abbassamenti della pressione e depauperamento di questa importante georisorsa.

Nel Portogruarese si nota invece un consistente incremento nello sfruttamento delle falde a maggiori profondità (oltre i 460 metri), che hanno temperature superiori ai 27 °C.

Nell'uso dell'acqua nelle aree in cui i pozzi sono a erogazione spontanea (oltre la metà di quelli censiti) è individuabile un rilevante spreco, a causa della «tradizione» di mantenere in erogazione continua i pozzi.

Lo spreco di risorsa si avvicina 1 m<sup>3</sup>/s, corrispondente a una portata che potrebbe soddisfare i fabbisogni di un acquedotto che alimenti circa 300.000 persone.

Il fenomeno appare oltremodo preoccupante, poiché in aree a monte, in particolare in provincia di Treviso, il fenomeno assume proporzioni molto più rilevanti.

Si tratta di uno spreco assurdo di acque sotterranee che «ancorché non estratte dal sottosuolo, sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata e utilizzata secondo criteri di solidarietà» (art. 1 della Legge 36/94, detta «Legge Galli»).

Nelle aree di Scorzè, Noale, Salzano e Martellago (dove si hanno i massimi prelievi), e in varie parti del Portogruarese, a causa di questo spreco la pressione delle falde sta registrando, secondo dati oggettivi e testimonianze degli abitanti, una progressiva e sensibile diminuzione, tanto da privare in diverse zone le falde meno profonde della originaria prevalenza sul piano campagna. Le falde oltre i 200 m mantengono invece una prevalenza sul piano campagna anche di 20 metri, ma se continuerà l'attuale andamento, che vede un sempre maggiore sfruttamento delle falde più profonde, vedranno presto diminuire la loro pressione.

Gli acquiferi confinati godono di un'ottima protezione naturale contro fonti di inquinamento eventualmente presenti sulla superficie del suolo, a causa delle potenti coperture argillose comuni nei territori posti a valle della fascia delle risorgive. Eventuali processi inquinanti possono tuttavia provenire da zone a monte, entro l'area di ricarica degli acquiferi posta nell'alta pianura al di fuori del territorio provinciale di Venezia, dove mancano le coperture argillose. Va se-

gnalato inoltre che i numerosi pozzi che attraversano più acquiferi, e che sono poco o nulla cementati in coincidenza con gli acquicludi, sono potenziali veicoli di trasmissione di inquinanti da una falda all'altra.

La qualità dell'acqua è stata analizzata in particolare in riferimento alle concentrazioni di Fe e NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, che spesso in questo territorio rendono l'acqua non potabile.

La zona in cui sono presenti acque potabili, a volte anche di ottima qualità, è nella fascia settentrionale dell'area d'indagine. L'acqua è quasi sempre non potabile per l'alto contenuto di NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nella parte meridionale del territorio indagato.

Importante risulta la presenza di falde termali, alloggiare in acquiferi ghiaiosi a profondità superiori ai 460 metri, nell'area limitrofa al fiume Tagliamento, che si estende anche nella regione Friuli Venezia Giulia. L'acqua termale raggiunge temperature alla bocca pozzo anche di 50°C. L'utilizzo di questa risorsa, potenzialmente di grande interesse, coinvolge importanti aspetti geologico-ambientali, economici e amministrativi. Nel complesso alcune parti dell'area indagata presentano importanti e ricche risorse idriche sotterranee. Particolare importanza riveste l'area settentrionale dove generalmente le acque risultano potabili e di buona qualità (oltre che quantitativamente importanti).

È certamente necessario un costante controllo idrogeologico e idrochimico delle falde per valutare nel dettaglio l'evoluzione della qualità e della quantità delle acque sotterranee. Questo è uno dei motivi che ha spinto la Provincia alla progettazione della *Rete di monitoraggio delle acque sotterranee in provincia di Venezia*.

Tutti i dati qui presentati sono stati completamente informatizzati e georeferenziati tramite GIS. Questo strumento consentirà un più semplice aggiornamento dei dati raccolti e quindi un loro più facile utilizzo a scopi gestionali.

L'indagine ha evidenziato come i pozzi siano spesso costruiti in maniera non corretta, con filtri mal o affatto progettati e con il grave rischio dell'interconnessione di acquiferi naturalmente non collegati. Quasi sempre non si ha neppure l'informazione basilare delle caratteristiche idrogeologiche del pozzo: la stratigrafia. Va infine notato come molti pozzi siano abusivi e come molti pozzi risultino non autodenunciati.

Se da un lato non sono accettabili né lo spreco di acque sotterranee, diffuso in molte aree della Pianura Veneta, né l'abusivismo diffuso nella costruzione dei pozzi, va anche notato che le difficoltà e le lungaggini burocratiche per ottenere le necessarie autorizzazioni per la terebrazione dei pozzi concorrono a favorire il diffondersi dell'abusivismo stesso.

È quindi necessario intervenire sia per contrastare lo spreco della risorsa, sia per migliorare la normativa che dovrà privilegiare gli aspetti della corretta progettazione idrogeologica dei pozzi e del razionale uso delle risorse, piuttosto che gli aspetti puramente burocratici.

In conclusione si nota che lo studio realizzato, pur impegnativo per la Provincia, ha avuto un costo sensibilmente inferiore a quello necessario per «interventi di emergenza» legati a una cattiva gestione delle acque.

Va segnalato infine il rischio idrogeologico connesso con il sovrasfruttamento degli acquiferi in un'area quale quella della provincia di Venezia.

Infatti in quest'area il sovrasfruttamento può comportare:

- perdita di artesianità delle falde (con conseguenti maggiori spese per l'emungimento delle acque dal sottosuolo);
- necessità di approvvigionamenti di emergenza e/o costruzione di nuovi pozzi e reti idriche in aree colpite da abbassamenti della falda;
- deficit negli approvvigionamenti idrici (in particolare a scopo irriguo e zootecnico), con possibilità di conflitti per l'uso dell'acqua.

Ma soprattutto in conseguenza della depressurizzazione degli acquiferi, in un'area già in gran parte al di sotto del livello del mare, si possono avere fenomeni di subsidenza e relativi problemi connessi quali:

- diminuzione del franco di bonifica con ripercussioni negative sul franco di coltivazione;
- necessità di modifiche o ricostruzione di opere idrauliche di bonifica;
- variazione di pendenze nella rete scolante e conseguenti interventi di adeguamento;
- diminuzione delle difese naturali e artificiali da ingressioni di acque marine sulla terraferma;
- intrusione del cuneo salino in falda e in acque superficiali con conseguente problema di utilizzo delle acque a fini irrigui.

Va infine sottolineato come primaria funzione dei dati qui presentati è quella di fungere da base per la gestione delle acque sotterranee.



# Bibliografia

AGIP, DIREZIONE MINERARIA (1972-1990)

*Acque dolci sotterranee*. Inventario dei dati raccolti dall'AGIP durante la ricerca di idrocarburi in Italia. Vol. I e II (1972-1990), Milano.

ALTISSIMO L., ARCA F., DAL PRÀ A., FERRONATO A., FUMAGALLI F., MARANGONI L., MUSSATO A., ZANGHERI P. (1995)  
*Processi di inquinamento chimico-industriale delle acque sotterranee nella media e alta pianura veneta*. Mem. Sc. Geol., vol. XLVII, pp. 7-29, 3 tavv., Padova.

AMMINISTRAZIONE DELLA PROVINCIA DI VENEZIA (1981)  
*Le acque condottate nella Provincia di Venezia*. Indagine effettuata a cura dell'Assessorato all'Igiene del territorio. Ottobre 1979 -dicembre 1980. Venezia.

AMMINISTRAZIONE DELLA PROVINCIA DI VENEZIA (1983)  
*Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia. Parte nord-orientale*. Provincia di Venezia.

AURIGHI M., ZANGHERI P., FERRONATO A., FRANZ L., VITTURI A. (1999)  
*Monitoraggio di sistemi multifalde. Il caso della provincia di Venezia*. Quaderni di Geologia Applicata. Atti 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee per il III millennio. Parma 13-14-15 ottobre 1999, Pitagora Ed., Bologna.

BARNABA P.F. (1990)  
*Considerazioni geologiche sul sottosuolo e sulle risorse idrotermali della zona di Latisana-Foce del Tagliamento (Province di Udine e Venezia)*. Mem. Sc. Geol. v. XLII, pagg. 343-359. Padova.

BASSAN V., FAVERO V., VIANELLO G., VITTURI A. (1994)  
*Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale: parte meridionale*. Provincia di Venezia.

BASSAN V., CONCHETTO E., VITTURI A. (1999)  
*Gli elementi geologici e idraulici come fattori strutturanti le trasformazioni territoriali*. Urbanistica Quaderni, suppl. al n. 112, pp. 156-162. Roma

BASSAN V., CARBOGNIN L., D'AMBROSI F., GOBBO L., RIZZETTO C., SCHIAVON E., SCORTEGAGNA U., TOSI L., VITTURI A., ZANGHERI P. (1997)  
*Problematiche geoambientali del territorio veneziano*. Atti convegno «Geologia delle grandi aree urbane» - Progetto strategico CNR. Bologna, 4/5 Novembre 1997.

BELLANI S., CALORE C., GRASSI S., SQUARCI P.  
*Flusso di calore superficiale in presenza di acquiferi in bacini sedimentari e anomalie termiche profonde: due esempi*.

BERETTA G.P. (1992)  
*Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee. Tecniche per lo studio e la progettazione degli interventi di prevenzione, controllo, bonifica e recupero*. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale n. 18, Protezione delle Acque Sotterranee. Pitagora Editrice, Bologna.

BERETTA G.P. (1993)  
*Tipologie costruttive dei pozzi per acqua e sistemi di monitoraggio idrogeologico ed idrochimico*. Convegno «Uso e tutela delle acque sotterranee», Foligno 1993 (in: Acque sotterranee).

BERETTA G.P. (1995)  
*Lo stato attuale delle conoscenze sulle reti di monitoraggio delle acque sotterranee in Italia*. In: il Controllo dell'Ambiente - Sintesi delle tecniche di monitoraggio ambientale. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, Pitagora Editrice, Bologna, pp 45.

BONOMI T., VERRI R. (1998)  
*Caratterizzazione idrogeologica della Pianura Bresciana mediante l'uso di banche dati e Sistemi Informativi Territoriali*. Acque Sotterranee, n. 60, pp. 27-35. Milano.

BULLO P., DAL PRÀ A. (1992)  
*Lo sfruttamento ad uso acquedottistico delle acque sotterranee dell'alta pianura alluvionale veneta*. Geologica Romana, vol. XXX, pp. 403-410, «Atti II Conv. Naz. Giovani Ricercatori in Geol. Appl». Viterbo 28-31 ottobre 1992.

CNR, ISTITUTO INTERNAZIONALE PER LE RICERCHE GEOTERMICHE, PISA (1994)  
*Valutazione di dettaglio delle strutture profonde nella bassa pianura friulana*. Inedito.

CALVINO F. (1965)  
*Considerazioni idrogeologiche sulla distribuzione della salinità nelle acque artesiane della bassa pianura emiliano-veneta*. Atti del IX convegno di idraulica e costruzioni idrauliche.

CARBOGNIN L. (1987)  
*Venezia, la sua laguna, i suoi problemi*. Atti del VI Congresso Nazionale dell'Ordine dei Geologi, Venezia, Fondazione Cini, 240-255.

- CARBOGNIN L., GAMBOLATI G., MARABINI F., TARONI G., TEATINI P., TOSI L. (1996)  
*«Analisi del processo di subsidenza nell'area veneziana e sua simulazione con un modello tridimensionale non lineare».*  
 Istituto Veneto di Lettere Scienze ed Arti. Venezia.
- CARBOGNIN L., GATTO P., MOZZI G. (1974)  
*Situazione idrogeologica del sottosuolo di Venezia - Ricostruzione degli acquiferi soggetti a sfruttamento sulla base dei dati relativi ai pozzi artesiani*, T.R. no. 32, CNR, ISDGM, Venezia.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE – LABORATORIO PER LO STUDIO DELLA DINAMICA DELLE GRANDI MASSE (1971)  
*Catasto pozzi del Comune di Venezia*. Rapporto tecnico n. 23, Venezia.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE – LABORATORIO PER LO STUDIO DELLA DINAMICA DELLE GRANDI MASSE (1971)  
*Sondaggi profondi per lo studio della subsidenza – Relazioni sul pozzo Venezia 1 – C.N.R. – 1a fase operazioni di cantiere e analisi delle carote*. Rapporto tecnico. Venezia.
- D'ALPAOS L., DAL PRÀ A. (1978)  
*Indagini sperimentali sull'alimentazione delle falde idriche nell'alta pianura alluvionale del Piave*. Atti XVI Conv. Idraulica e Costruzioni Idrauliche.
- DAL PRÀ A. (1983)  
*Carta idrogeologica dell'alta pianura veneta*. Ist. Geol. Univ. Padova.
- DAL PRÀ A., ANTONELLI R. (1980)  
*Restituzione freatica ai fontanili nell'alta pianura veneta, tra il fiume Piave e i Monti Lessini*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, LI (1).
- DAL PRÀ A., BELLATI R.  
 (con la collaborazione di ANTONELLI R., COSTACURTA R., SBETTEGA G.) (1977)  
*Distribuzione dei materiali limoso-argillosi nel sottosuolo della pianura veneta*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, XXXIV (4).
- DAL PRÀ A., BELLATI R., COSTACURTA R., SBETTEGA G. (1976)  
*Distribuzione delle ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, XXVIII (12).
- DAL PRÀ A., FABBRI P., BORTOLETTO C. (1992)  
*Il sistema idrogeologico artesiano ed il suo sfruttamento nell'area tra Treviso ed il fiume Piave (Media Pianura Veneta)*. Mem. Sc. Geol., XLIV, pp. 151-170. Padova.
- DAL PRÀ A., STELLA L. (1978)  
*Primo contributo alla conoscenza del termalismo idrico nel sottosuolo della bassa pianura Veneto-Friulana alle foci del fiume Tagliamento*. Quaderni Istituto Ricerca sulle Acque, v. 34 (16), pp. 387-401, Roma.
- DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G. (1994)  
*Lo sfruttamento degli acquiferi artesiani di Venezia e suoi riflessi sulla situazione altimetrica del suolo. Parte prima: relazione generale. Parte seconda: la rete di monitoraggio delle pressioni di stato. Parte terza: andamento evolutivo delle pressioni di stato*. CNR-ISDGM, Venezia.
- DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G., CONCHETTO E., BORTOLI A., DELL'ANDREA E., MARTINI G., MENEGUS L. (1999)  
*Controllo di eventuali danni ambientali derivanti dagli emungimenti praticati nelle aree di Cavallino, Treporti, Punta Sabbioni e Isola di Sant'Erasmus (Provincia di Venezia)*. CNR-ISDGM - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche; ARPAV-Venezia; Regione del Veneto - Segr. Reg. Ambiente, Dir. Reg. Tutela dell'Ambiente. Venezia.
- DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G., BORTOLI A., DELL'ANDREA E., MARTINI G., MENEGUS L., CONCHETTO E., GENOVESE M. (1998)  
*Effetti negativi determinati dall'intrusione salina negli acquiferi artesiani sottostanti i litorali veneziani*. C.N.R. ISDGM, Venezia.
- DE ROSSI J., VITTURI A. (1992)  
*L'archivio informatizzato delle prove geognostiche in provincia di Venezia*. Atti XXVIII Convegno Naz. Ass. It. Cartografia, Fabriano (Ancona).
- DELLA VEDOVA B., LONGINELLI A., MARSON I., PALMIERI F. (1987)  
*Il termalismo artesiano della fascia litorale veneto-friulana: stato di avanzamento delle ricerche*. Atti VI Congresso Nazionale Ordine Geologi, pagg. 391-395, Venezia.
- DELLA VEDOVA B., MARSON I., NICOLICH R., MARZONA R., CASSIANI G., PALMIERI F.  
*Metodologie geofisiche per la valutazione di risorse geotermiche a bassa entalpia: Lignano S. e Grado (litorale Friuli Venezia Giulia)*.
- FASSETTA L. (1977)  
*La bonifica del Basso Piave*. Segreteria per le attività produttive ed economiche del settore primario. Regione Veneto.
- GAMBOLATI G., GATTO P., FREEZE R.A. (1974)  
*Mathematical simulation of the subsidence of Venice, 2. Results*, «Water Resour. Res.», Vol. 10, no. 3, 563-577.
- GATTO P., PREVIATELLO P., CARBOGNIN L., MOZZI G. (1976)  
*Note illustrative sul sottosuolo delle bocche della Laguna di Venezia*. CNR, ISDGM; Ist. Costr. Marittime e Geotecnica, Univ. degli Studi di Padova. Venezia.
- GHEZZI P. (1990)  
*Indagine idrogeologica per il reperimento di acque sotterranee in sinistra e destra Adige e per la terebrazione di pozzi di emergenza*. Regione Veneto, Dipartimento Lavori Pubblici. 1990.

- GRASSI S. (1995)  
*Alcune osservazioni sulle caratteristiche geochimiche delle acque sotterranee della bassa pianura friulana*. Atti Soc. toscana Sc. Nat. – Memorie, Serie A, Vol. CI, pp. 1-15. Pisa.
- GRUPPO DI STUDIO SULLE FALDE ACQUIFERE PROFONDE DELLA PIANURA PADANA (1979)  
*Lineamenti idrogeologici della Pianura Padana*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, XXVIII vol. 2, 77 pp., 15 figg., Roma.
- GRUPPO DI STUDIO SULLE FALDE ACQUIFERE PROFONDE DELLA PIANURA PADANA (1981)  
*Contributi tematici per la conoscenza della idrogeologia padana*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, LI Vol. 2. 70 pp., 11 figg., Roma.
- IRSEV-ISTITUTO REGIONALE DI STUDI SULL'ECONOMIA DEL VENETO S.p.A. (1977)  
*Studio per la revisione del piano regolatore generale degli acquedotti del Veneto*. A cura di Pilotto E. - Regione del Veneto - Giunta Regionale - Venezia.
- ILICETO V. (1992)  
*Indagine sulle possibilità di rischio idraulico nella provincia di Venezia*. Amministrazione della Provincia di Venezia. Venezia.
- LANDREAU A., LALLEMAND-BARRES A., SEGUIN J.J. (1986)  
*Réseaux de contrôle de la pollution: quelques remarques sur leur mise en oeuvre et leur exploitation*. Hydrogéologie n. 3/1986, pp. 265-268. Orléans.
- LEONARDI P., MORELLI C., NORINELLI A., TRIBALTO G. (1973)  
*Sintesi geologica e geofisica riguardante l'area veneziana e zone limitrofe*. III gruppo di lavoro. Comitato per lo studio dei provvedimenti a difesa della città di Venezia ed a salvaguardia dei suoi caratteri ambientali e monumentali. Roma.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - UFFICIO IDROGRAFICO  
*Annali idrologici*.
- MARTINIS B. (1953)  
*Le formazioni quaternarie del sottosuolo di Grado (Gorizia)*. Riv. Ital. Paleont. Strat., v. 59, n. 1, pp. 3-21, Milano.
- MARTINIS B., (1957)  
*Osservazioni stratigrafiche sul sottosuolo di Lignano (Udine)*. Riv. Ital. Paleont. Strat., v. 63, n. 2-3, pp. 159-176, Milano.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1969-72)  
*Catasto dei pozzi artesiani*. A cura dell'Istituto di Idraulica dell'Università di Padova. 17 fascicoli. Padova.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1974)  
*Catasto dei pozzi artesiani. Relazione conclusiva*. A cura dell'Istituto di Idraulica dell'Università di Padova. Fascicolo 18: Relazione conclusiva. Padova.
- MINISTERO LAVORI PUBBLICI (1974)  
*«Elementi stratigrafici degli acquiferi della Pianura Veneta tra Brenta e Piave»*. IV Gruppo di Lavoro «Idraulica», VI Sottogruppo «Acque sotterranee». A cura dell'Istituto di Idraulica, Univ. di Padova, pubbl. n° 4, caratteri idrogeologici, fasc. 2. Padova, 1974.
- MOSETTI F., (1969)  
*Andamento del livello di falda nel pozzo di Rialto Nuovo - Venezia*. Boll. di Geofisica Tecnica Applicata, v. 11.
- MOZZI G., BENINI G., CARBOGNIN L., GATTO P., MASUTTI M. (1975)  
*Situazione idrogeologica nel sottosuolo di Venezia*. TR 66. CNR-Venezia.
- PROVINCIA DI VENEZIA (1991)  
*Indagine idrogeologica del territorio provinciale: Comune di Noale*. Inedito.
- PROVINCIA DI VENEZIA (1992)  
*Indagine idrogeologica del territorio provinciale: Comune di Scorzè*. Inedito.
- PROVINCIA DI VENEZIA (1994)  
*Indagine idrogeologica del territorio provinciale: comuni di Martellago, Mirano, Salzano, Santa Maria di Sala, Spinea*. Inedito.
- PROVINCIA DI VENEZIA (1996)  
*Indagine idrogeologica del territorio provinciale: Zona della Riviera del Brenta*. Inedito.
- PROVINCIA DI VENEZIA (1996)  
*Indagine idrogeologica del territorio provinciale: comune di Mira*. Inedito.
- PROVINCIA DI VENEZIA (1998)  
*Indagine idrogeologica del territorio provinciale: Area del Veneziano. Comuni di Marcon, Quarto d'Altino e Venezia*. Inedito.
- PROVINCIA DI VENEZIA (1998)  
*Indagine idrogeologica del territorio provinciale: Area Meridionale. Comuni di Cona, Cavarzere e Chioggia*. Inedito.
- PROVINCIA DI VENEZIA (1998)  
*Indagine idrogeologica del territorio provinciale: Area del Portogruarese*. Inedito.
- PROVINCIA DI VENEZIA (1999)  
*Indagine idrogeologica del territorio provinciale: Area del Sandonatese*. Inedito.
- REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE (1999)  
*Potenzialità geotermiche della bassa pianura friulana: stato dell'arte e proposte operative*. Atti dell'incontro di lavoro – Trieste, 18 febbraio 1999.

REGIONE VENETO - SEGRETERIA PER IL TERRITORIO -  
DIPARTIMENTO PER L'AMBIENTE (1987)

*Censimento dei corpi idrici.* Venezia.

REGIONE VENETO (1984)

*Carta delle acque.* Venezia.

SLEIKO D., CARVELI G.B., NICOLICH R., REBEZ A.,  
ZANFERRARI A., CAVALLIN A., DOGLIONI C., CARRARO F.,  
CASTALDINI D., ILCETO V., SEMENZA E. and ZANOLLI C.  
(1989)

*Seismotectonics of the Eastern Southern Alps. A review.*  
Boll. Geofisica Teor. Appl., v. 31, n. 122, pp 109-136,  
Trieste.

SLEJKO D., CARULLI G.B., CARRARO F., CASTALDINI D.,  
CAVALLINI A., DOGLIONI C., ILCETO V., NICOLICH R.,  
REBEZ A., SEMENZA E., ZANFERRARI A., ZANOLLA C. (1987)  
*Modello sismotettonico dell'Italia nord-orientale.*  
*Rendiconto n.1. Gruppo Nazionale per la Difesa dai*  
*Terremoti.* CNR. Trieste.

STEFANINI S. (1980)

*Il termalismo delle acque artesiane nelle lagune di Marano*  
*di Grado e nelle aree adiacenti.* Rassegna Tecnica Friuli  
Venezia Giulia, n. 5, pp. 19-24, Udine.

STEFANINI S., CUCCHI F. (1978)

*Gli acquiferi nel sottosuolo della pianura veneta fra i fiumi*  
*Piave e Tagliamento.* Quaderni Istituto Ricerca sulle  
Acque, v. 34 (12), pp. 287-299, Roma.

VITTURI A., BASSAN V., GOBBO L., MUSACCHIO E.,  
ZANGHERI P. (1998)

*Georisorse e rischi naturali nella provincia di Venezia: obiet-*  
*tivi, metodi e risultati di un'analisi geologico-ambientale.*  
Atti IX Congresso Nazionale Geologi. Roma 17-20 aprile  
1997.

ZANGHERI P. (1992)

*Processi di inquinamento chimico-industriale delle acque*  
*sotterranee nella media e alta pianura veneta.* Tesi di dotto-  
rato di ricerca in Geologia Applicata.

ZANGHERI P. (1994a)

*Indagine sull'inquinamento delle acque sotterranee nella*  
*Pianura Veneta.* Ambiente, Risorse e Salute, n. 2/94.  
Padova.

ZANGHERI P. (1994b)

*Le risorse idriche e termali della provincia di Venezia.*  
Periodico: «La Provincia di Venezia», n. 5-6/94, pp. 53-60.  
Venezia.

ZANGHERI P. (1994c)

*Sulla persistenza di alcuni episodi di inquinamento da sol-*  
*venti organo-alogenati nella media e alta pianura veneta.*  
Geologica Romana, vol. XXX, pp. 403-410, «Atti II Conv.  
Naz. Giovani Ricerc. in Geol. Appl». Viterbo 28-31 otto-  
bre 1992.

ZAVATTI A. (1988)

*Organizzazione delle analisi e dei controlli sulle acque sot-*  
*terranee.* In: *Proposta di normativa per l'istituzione delle*  
*fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterra-*  
*nee,* Francani V. Civita M. Editori, Pubbl. n. 75 del CNR-  
GNDICI, Ed. Geo-graph, Milano.

ZAVATTI A., ATTRAMINI D., BONAZZI A., BORALDI V.,  
MALAGÒ R., MARTINELLI G., NALDI S., PATRIZI G.,  
PEZZERA G., VANDINI W., VENTURINI L., ZUPPI G.M. (1995)

*La presenza di Arsenico nelle acque sotterranee della*  
*Pianura Padana: evidenze ambientali e ipotesi geochimiche.*  
Atti del 2° Conv. Naz. protezione e gestione delle acque  
sotterranee. Nonantola (MO) 17-19/5/95. Quaderni di  
Geol. Appl., suppl. 2, 1/95, pp. 301-316. Pitagora ed.,  
Bologna.



FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI GIUGNO 2001  
PER CONTO DELLA PROVINCIA DI VENEZIA  
DA GRAFICHE ERREDICI - PADOVA