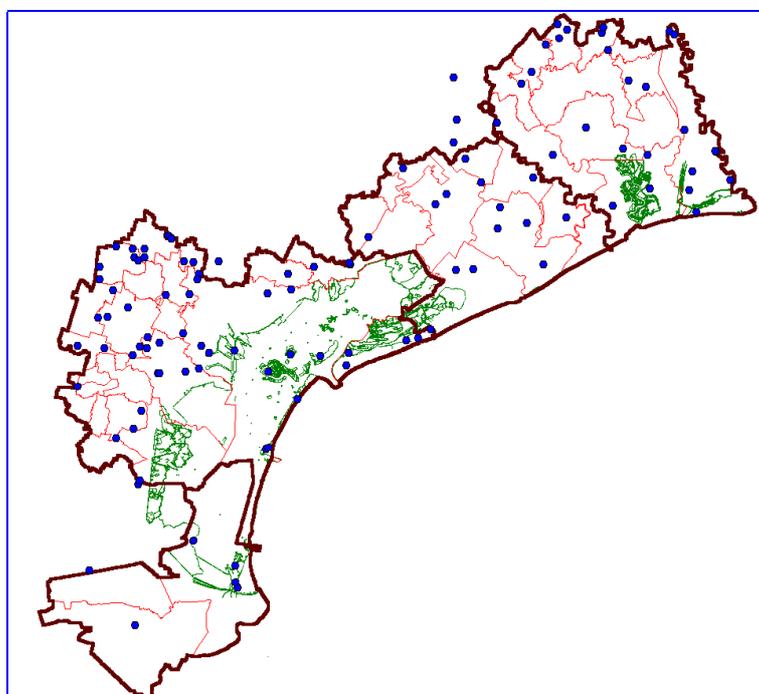


Rete di monitoraggio delle acque sotterranee in Provincia di Venezia

RELAZIONE TECNICA



*a cura di:
Dott. Geol. Pietro Zangheri
Dott. Geol. Marina Aurighi*

Indice

1. PREMESSA.....	4
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO	5
2.1 PREMESSA.....	5
2.2 NORMATIVA IN VIGORE EMANATA PRIMA DEL D.LGS.152/99.....	5
2.3 IL D.LGS. 152/99 ED IL MONITORAGGIO DEGLI ACQUIFERI	6
3. MODELLO IDROGEOLOGICO DI RIFERIMENTO	7
3.1 PREMESSA.....	7
3.2 IDROGEOLOGIA DELLA PROVINCIA DI VENEZIA - SINTESI.....	8
4. RETI DI MONITORAGGIO PREESISTENTI	13
4.1 PREMESSA.....	13
4.2 RETE PIEZOMETRICA DELL'UFFICIO IDROGRAFICO (EX RETE MAGISTRATO ALLE ACQUE)	15
4.3 RETE PIEZOMETRICA DELLA REGIONE VENETO.....	16
4.4 RETE PIEZOMETRICA DEL C.N.R. - I.S.D.G.M. (ISTITUTO PER LO STUDIO DELLA DINAMICA DELLE GRANDI MASSE) DI VENEZIA	19
4.5 POZZI PUBBLICI ("FONTANE") MONITORATE DALL'ULSS 13.....	21
4.6 ALTRI DATI IDROGEOLOGICI ESISTENTI.....	21
4.7 SINTESI CRITICA DEI DATI RELATIVI A RETI DI MONITORAGGIO PREESISTENTI	22
5. CRITERI IDROGEOLOGICI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE.	24
5.1 INTRODUZIONE.....	24
5.2 PROBLEMATICHE SPECIFICHE LEGATE AL MONITORAGGIO DELLE FALDE DELLA PROVINCIA DI VENEZIA.	25
5.3 OBIETTIVI.....	27
5.4 ORGANIZZAZIONE	27
5.5 SCELTA DEI PUNTI DI CONTROLLO	28
5.6 MONITORAGGIO QUANTITATIVO.....	29
5.7 MONITORAGGIO QUALITATIVO	30
6. STRUTTURA DELLA RETE.....	33
6.1 PREMESSA.....	33
6.2 PORTOGRUARESE.....	34
6.3 SANDONATESE	37
6.4 AREA CENTRALE.....	40
6.5 AREA MERIDIONALE	45
7. ARCHIVI INFORMATICI GEOREFERENZIATI	48
8. ANALISI E DISCUSSIONE PRELIMINARE DEI DATI RACCOLTI.....	49
8.1 DATI QUALITATIVI.....	49
8.2 DATI QUANTITATIVI	57
9. PROBLEMI APERTI.....	58
10. CONCLUSIONI.....	60
11. BIBLIOGRAFIA E CARTOGRAFIA	61
11.1 BIBLIOGRAFIA GENERALE.....	61
11.1.1 Reti di monitoraggio a scala regionale - Metodologia ed esempi significativi	61
11.1.2 Reti di monitoraggio a scala locale - Metodologia ed esempi significativi.....	63
11.2 BIBLIOGRAFIA D'AREA	64

Indice delle figure

FIGURA 1 - SEZIONE GEOLOGICA DELL' AREA DEL PORTOGRUARESE; (TRACCIA DEL PROFILO IN FIGURA 2) (DA "INDAGINE IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO PROVINCIALE – AREA DEL PORTOGRUARESE", 1998).	11
FIGURA 2 - UBICAZIONE DEI POZZI CENSITI DALLA INDAGINE IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO PROVINCIALE E DELIMITAZIONE DELL' AREA DI RISORSA IDROPOTABILE E DI RISORSA IDROTERMALE (AREA COMPRESA ALL'INTERNO DELLA ISOTERMA 30°C).	12
FIGURA 3 - POZZI APPARTENENTI A RETI DI MONITORAGGIO PREESISTENTI INSERITI NELLA RETE DELLA PROVINCIA DI VENEZIA.	14
FIGURA 4 - POZZI DELLA PREESISTENTE (1984) RETE REGIONALE. RISULTATI DELLA VERIFICA.....	18
FIGURA 5 - RETE DI CONTROLLO DEI VALORI PIEZOMETRICI DELLA LAGUNA DI VENEZIA (DA DAZZI R.,GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G., 1994).	20
FIGURA 6 - POZZI DI MONITORAGGIO DELL'AREA PORTOGRUARESE, SUDDIVISI PER UNITÀ IDROGEOLOGICA....	36
FIGURA 7 - POZZI DI MONITORAGGIO DELL'AREA SANDONATESE, SUDDIVISI PER UNITÀ IDROGEOLOGICA....	39
FIGURA 8 - POZZI DI MONITORAGGIO DELL'AREA CENTRALE, SUDDIVISI PER CLASSE DI PROFONDITÀ.	44
FIGURA 9 - POZZI DI MONITORAGGIO DELL'AREA MERIDIONALE, SUDDIVISI PER CLASSE DI PROFONDITÀ.	47
FIGURA 10 – DIAGRAMMI DI PIPER.....	51
FIGURA 11 - DIAGRAMMA CALCIO-MAGNESIO (IN ROSSO I DATI RELATIVI AI POZZI DELL'AREA CENTRALE).	53
FIGURA 12 - DIAGRAMMI DI SCHOELLER.....	54
FIGURA 13 – SUDDIVISIONE DEI POZZI PER LA RAPPRESENTAZIONE DELLE ANALISI CHIMICHE TRAMITE I DIAGRAMMI DI PIPER E SCHOELLER.	55

1. Premessa

La progettazione idrogeologica della rete di monitoraggio, ha seguito il seguente schema logico:

- a) verifica, analisi critica ed omogeneizzazione dei dati idrogeologici ed idrochimici esistenti relativi all'intero territorio della provincia di Venezia (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;
- d) verifica delle condizioni idrogeologiche dei punti di controllo scelti, loro selezione, compilazione 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;
- g) ottimizzazione della rete;
- h) definizione degli standard di gestione della rete.

Il progetto di *rete di monitoraggio del territorio provinciale di Venezia* perseguendo fini comuni con un progetto curato dalla Regione Veneto, finalizzato al monitoraggio idrogeologico degli acquiferi della Pianura Veneta, è stato realizzato, sulla base di quanto previsto da un apposito protocollo d'intesa, in collaborazione con altri Enti (Genio Civile, CNR, ULSS...).

Con l'istituzione dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) importanti competenze in materia di monitoraggi ambientali sono state affidate ad ARPAV, in particolare le attività di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee; a tal scopo sono stati trasmessi a tale Ente tutti i dati raccolti utili per il proseguimento dei monitoraggi.

2. Inquadramento normativo

2.1 Premessa

Il progetto “rete di monitoraggio delle acque sotterranee” risponde a quanto richiesto da varie normative Regionali, Nazionali e Comunitarie.

Esso è inoltre parte organica di un più ampio progetto mirante ad acquisire un'approfondita conoscenza delle problematiche fisico-ambientali del territorio.

Come è noto il quadro di riferimento normativo in materia di acque è stato ampiamente modificato dall'entrata in vigore del D.Lgs. 152/99 (in seguito aggiornato dal D.Lgs. 258/2000), avvenuta quando il progetto di rete era concluso.

Si sottolinea però che molti adempimenti previsti da questo testo di legge ben si allineano con i criteri utilizzati per svolgere la indagine idrogeologica del territorio provinciale e la progettazione della rete di monitoraggio, confermando la corretta impostazione metodologica del lavoro.

Più in dettaglio gli elementi previsti come preventivamente necessari alle attività di monitoraggio delle acque sotterranee dall'allegato 1 del D.Lgs. 152/99 risultano ricompresi anche nello schema logico qui utilizzato ed analogamente quanto previsto dall'allegato 3 relativamente al rilevamento delle caratteristiche dei bacini idrografici e alla analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica.

2.2 Normativa in vigore emanata prima del D.Lgs.152/99

La Delibera C.M. 04.02.77 prevede che sulla base di un censimento pozzi si dovrà procedere alla caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei almeno per quanto riguarda le modalità e le condizioni di alimentazione e deflusso sia naturali che artificiali, i caratteri idrogeologici degli acquiferi (n_e , k , T), le caratteristiche idrodinamiche delle falde (carico idraulico, v_m , q) e la qualità delle falde (principali parametri).

Con Decreto Legislativo 12 Luglio 1993, n. 275 "Riordino in materia di acque pubbliche" sono state emanate modifiche ed integrazioni al R.D. 11.12.1933, n. 1775, di cui alcune rivestono notevole interesse. 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 autodenuncia, un censimento-pozzi, a livello nazionale; lo stesso articolo prevede, inoltre, anche la chiusura del pozzo qualora "...ricorrono attuali o

prevedibili situazioni di subsidenza, ovvero di inquinamento o pregiudizio al regime delle acque pubbliche".

La Legge 5 gennaio 1994, n. 36 "*Disposizioni in materia di risorse idriche*" all'art. 28, c. 5, richiama il R.D. 1775/33, confermandone ancora la validità. Ciò che però è di particolare interesse, è che la Legge 36/94 indica che "*tutte le acque superficiali e sotterranee, ancorché non estratte dal sottosuolo, sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata ed utilizzata secondo criteri di solidarietà*" (art. 1, c. 1).

Infine, 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 ed aggiornamento dei dati sulle acque sotterranee e le misure di sorveglianza e controllo delle stesse.

Allo stesso modo sia 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).

2.3 Il D.Lgs. 152/99 ed il monitoraggio degli acquiferi

Il Decreto Legislativo ha introdotto importanti novità relativamente al vasto campo delle risorse idriche ed in particolare a quello del monitoraggio delle acque sotterranee.

A tale aspetto viene dedicato un apposito allegato ("*Allegato 1 - Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale*").

Quanto previsto dal D.Lgs. 152/99 in tema di monitoraggio verrà ampiamente discusso nei capitoli successivi.

Qui si ricorda esclusivamente che il D.Lgs. 152/99 prevede che l'attività di monitoraggio delle acque sotterranee sia suddivisa in due fasi:

"Il monitoraggio delle acque sotterranee è articolato in una fase conoscitiva iniziale ed una fase di monitoraggio a regime".

Il presente lavoro consiste, in pratica, nella pressoché completa realizzazione della fase conoscitiva iniziale (si veda a tale proposito anche il paragrafo 9).

La fase di monitoraggio a regime, dovrà essere realizzata grazie all'intervento degli enti preposti a tale adempimento di legge.

3. Modello idrogeologico di riferimento

3.1 Premessa

La normativa attuale (D.Lgs. 152/99 - Allegato 1), relativamente all'organizzazione del monitoraggio, prevede che:

“Per le attività di monitoraggio e classificazione dello stato di un corpo idrico sotterraneo è necessaria una preventiva ricostruzione del modello idrogeologico, secondo le indicazioni di cui all'allegato 3, in termini di:

- ❑ *individuazione e parametrizzazione dei principali acquiferi;*
- ❑ *definizione delle modalità di alimentazione-deflusso-recapito;*
- ❑ *identificazione dei rapporti tra acque superficiali ed acque sotterranee;*
- ❑ *individuazione dei punti d'acqua (pozzi, sorgenti, emergenze);*
- ❑ *determinazione delle caratteristiche idrochimiche;*
- ❑ *identificazione delle caratteristiche di utilizzo delle acque.*

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.

Il monitoraggio delle acque sotterranee è articolato in una fase conoscitiva iniziale ed una fase di monitoraggio a regime.

La fase conoscitiva iniziale e di base viene effettuata rispettando le indicazioni riportate all'allegato 3”.

L'impostazione del lavoro pur antecedente all'entrata in vigore della legge più volte citata è coerente con quanto previsto dal D.Lgs. 152/99.

L'indagine idrogeologica che costituisce il modello idrogeologico di riferimento, ha posto particolare attenzione proprio alla definizione dell'assetto idrogeologico del territorio. Ciò è di particolare importanza per la rete di monitoraggio poiché, come osserva BERETTA (1995): *“l'efficacia di un programma di monitoraggio delle acque sotterranee dipende in modo determinante dalla precisione con cui è stato condotto lo studio idrogeologico dell'area destinata all'intervento.*

Infatti dall'individuazione del «modello concettuale» dipende l'impostazione delle successive fasi di indagini e quindi l'efficienza del sistema di monitoraggio.”

Va inoltre precisato che nella progettazione idrogeologica della rete si è proceduto, come prima fase del lavoro, a raccogliere e verificare criticamente i dati idrogeologici esistenti.

Tra questi si ricordano:

- archivio informatizzato delle prove geognostiche (Ufficio Difesa del Suolo della Provincia di Venezia);
- reti di monitoraggio preesistenti;
- autodenunce annuali relative agli approvvigionamenti idrici autonomi (T.U. n. 1775/1933) e autodenunce giunte in Provincia in ottemperanza al D.M. 12/07/93 n. 275;
- pubblicazioni scientifiche (cfr. bibliografia), tra le quali vanno segnalati i censimenti dei pozzi artesiani eseguiti alla fine degli anni '60 dall'Università di Padova.

3.2 Idrogeologia della Provincia di Venezia - Sintesi

Nel caso della provincia di Venezia le conoscenze idrogeologiche su gran parte del territorio fino a pochi anni fa erano alquanto limitate. Esistevano infatti esclusivamente per l'area lagunare studi idrogeologici di dettaglio, realizzati a partire dalla fine degli anni '60 in relazione al grave problema della subsidenza (si veda ad esempio DAZZI *ET ALII*, 1994).

Per ovviare a questa lacuna e sulla base di quanto previsto dalla normativa (L.319/76, L.142/90, D.Lgs. 275/93 D.P.R.236/88, R.D.1775/33, L.36/94, L.R.33/85...) la Provincia ha condotto un'indagine idrogeologica su tutto il territorio provinciale, iniziata nel 1990 ed eseguita per successivi stralci territoriali (PROVINCIA DI VENEZIA, 1992-98).

I risultati della *Indagine idrogeologica* sono stati la base della progettazione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee.

Per il dettaglio sulla situazione idrogeologica del territorio provinciale si rimanda alla "Indagine idrogeologica" citata; per completezza qui si riportano alcuni dati generali, che verranno ripresi nel "*capitolo 6 - Struttura della rete*".

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

La struttura idrogeologica è quindi caratterizzata da una serie di acquiferi in pressione sovrapposti. Questo schema, concettualmente semplice a scala regionale, risulta a grande scala particolarmente complesso e non per tutte le aree della provincia si ha uno schema preciso della serie idrogeologica.

Sul sistema di falde sovrapposte, al fine di conoscerne la distribuzione nel sottosuolo, le principali caratteristiche chimiche e lo sfruttamento locale, la Indagine idrogeologica ha condotto le seguenti ricerche:

1. raccolta ed interpretazione dei dati stratigrafici esistenti e ricostruzione della struttura geologica;
2. censimento dei pozzi intercettanti acquiferi confinati, con schedatura, rilevamento e misura dei seguenti parametri: profondità diametro, portata di esercizio, pressione, temperatura, conducibilità elettrica, contenuto in ferro e ammoniaca;
3. raccolta delle analisi chimiche eventualmente effettuate sulle acque;
4. informatizzazione ed elaborazione dei dati tramite databases e G.I.S.

La Tabella 1 riassume alcuni dei dati raccolti.

Tabella 1 - Alcuni dati di sintesi della indagini idrogeologica del territorio provinciale (per un riferimento sulle aree si veda la figura 2).

Area	N. pozzi censiti con profondità > 10m	Di cui a portata spontanea	Di cui con stratigrafia nota	Prelievo stimato (l/s)
Portogruarese	1120	885 (79.0%)	7 (0.6%)	500
Sandonatese	173	95 (54.9%)	8 (4.6%)	30
Area Centrale	1835	768 (43.2%)	41 (2.2%)	2.000
Area Meridionale	139	9 (6.5%)	30 (21.6%)	100
Totale	3270	1757 (53.7%)	86 (2.6%)	2630

La Figura 2 mostra la distribuzione dei pozzi censiti, dell'area qualitativamente e quantitativamente adatta per l'approvvigionamento idropotabile

Il compito di ricostruire la struttura idrogeologica del sottosuolo si è presentato assai arduo soprattutto per l'ampio disattendimento della L. 464/84¹, che detta le norme per l'acquisizione degli elementi di conoscenza relativi alla struttura del sottosuolo nazionale. Questa norma viene in genere largamente disattesa e, nei pochi casi in cui le stratigrafie vengono compilate, risultano spesso imprecise nell'uso dei termini geologici ed idrogeologici e nelle profondità di rinvenimento delle differenti falde.

Infatti, nonostante la miriade di pozzi esistenti le stratigrafie reperite sono limitate a soli 86 pozzi (2.6%) su 3270 pozzi censiti².

La ricostruzione dell'andamento degli acquiferi si è quindi necessariamente appoggiata, oltre che sulle poche stratigrafie esistenti, sulle caratteristiche idrochimiche ed idrauliche misurate sperimentalmente su oltre 2000 pozzi.

A titolo di esempio si riporta una sezione geologica tipo (Figura 1).

Il profilo illustra la situazione dell'area più orientale della provincia, ai confini con la Regione Friuli Venezia Giulia. Si osserva l'alternanza di materiali acquiferi e non acquiferi ed in particolare la presenza di ghiaie alloggianti importanti falde (utilizzate anche a scopo acquedottistico) nella parte più a nord, prossima all'area di ricarica dell'acquifero, e a profondità di 500-600 m (queste ultime alloggianti falde termali).

1 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.

2 Riguardo a dati di importanza primaria, come i parametri idrogeologici (T, k, h, i, S...), va notato che spesso non vengono misurati neppure sui pozzi ad uso acquedottistico!

Come si vede in Figura 2 le risorse idriche sotterranee risultano distribuite in modo non uniforme sia per quantità che per qualità. Le aree a maggiore presenza di risorsa sono l'alto Miranese e l'alto Portogruarese. In queste aree si ha anche la massima densità di pozzi, che risulta notevole anche nel litorale del Cavallino (a nord-est di Venezia) dove le acque del primo acquifero confinato (81-124 m) vengono utilizzate per l'irrigazione delle colture orticole.

Da evidenziare, inoltre, la presenza di una ricca falda di tipo termale (con temperature massime alla bocca-pozzo di 50 °C) nell'area costiera ai confini con la Regione Friuli Venezia Giulia (Figura 2).

Le falde idriche sotterranee costituiscono un'importantissima risorsa, tanto che l'economia di vaste aree si è sviluppata proprio in funzione alla loro presenza e delle loro caratteristiche. A titolo di esempio si possono citare le colture orticole dell'area di Scorzé e del litorale del Cavallino e la fiorente attività di estrazione di acque per imbottigliamento nell'area di Scorzé.

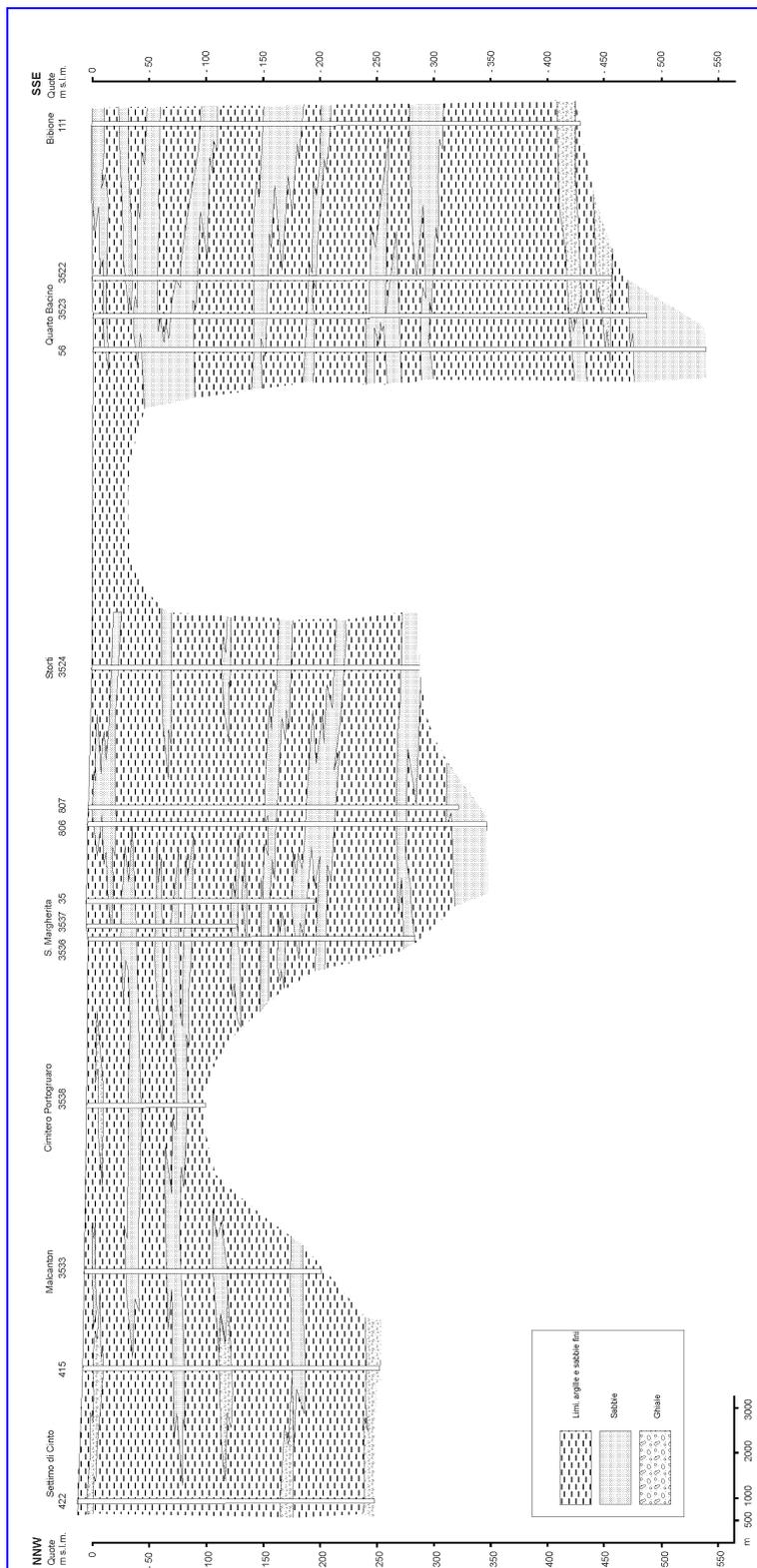


Figura 1 - Sezione geologica dell'area del portogruarese; (traccia del profilo in figura 2) (da "Indagine idrogeologica del territorio provinciale – area del Portogruarese", 1998).

Provincia di Venezia

Indagine idrogeologica del territorio provinciale

Rete di monitoraggio

Pietro Zangheri - Geologo - marzo 2000

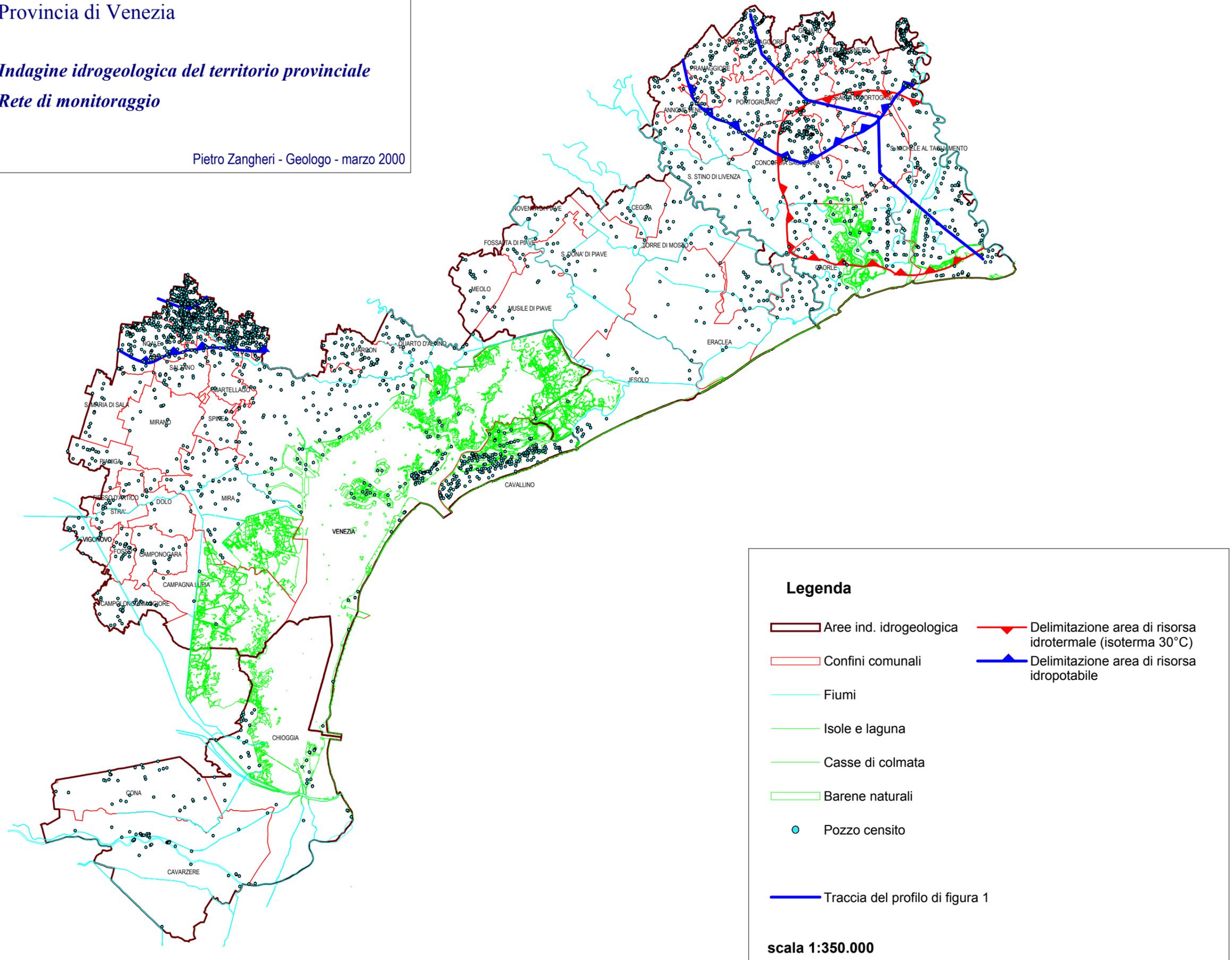


Figura 2 - Pozzi censiti dall'indagine idrogeologica del territorio provinciale, delimitazione dell'area di risorsa idropotabile e di risorsa idrotermale

4. Reti di monitoraggio preesistenti

4.1 Premessa

Antecedentemente all'avvio del presente lavoro, alcune parti del territorio provinciale erano interessate da reti di monitoraggio delle acque sotterranee.

I dati di queste reti, anche se parziali, assumono importanza per la verifica della evoluzione della piezometria delle falde e, quindi, per verificare gli eventuali deterioramenti qualitativi e quantitativi delle risorse idriche sotterranee.

Di conseguenza, si è scelto che il primo schema di rete qualitativa e quantitativa inglobasse questi punti di controllo, qualora ancora esistenti.

I primi rilievi di campagna eseguiti hanno quindi avuto l'obiettivo di verificare l'esistenza, lo stato di manutenzione e la significatività dei punti di misura delle reti preesistenti.

In Figura 3 si riportano i pozzi appartenenti a preesistenti reti di monitoraggio, che sono stati inseriti nella rete provinciale.

Provincia di Venezia

Indagine idrogeologica del territorio provinciale

Rete di monitoraggio

Pietro Zangheri - Geologo - marzo 2000

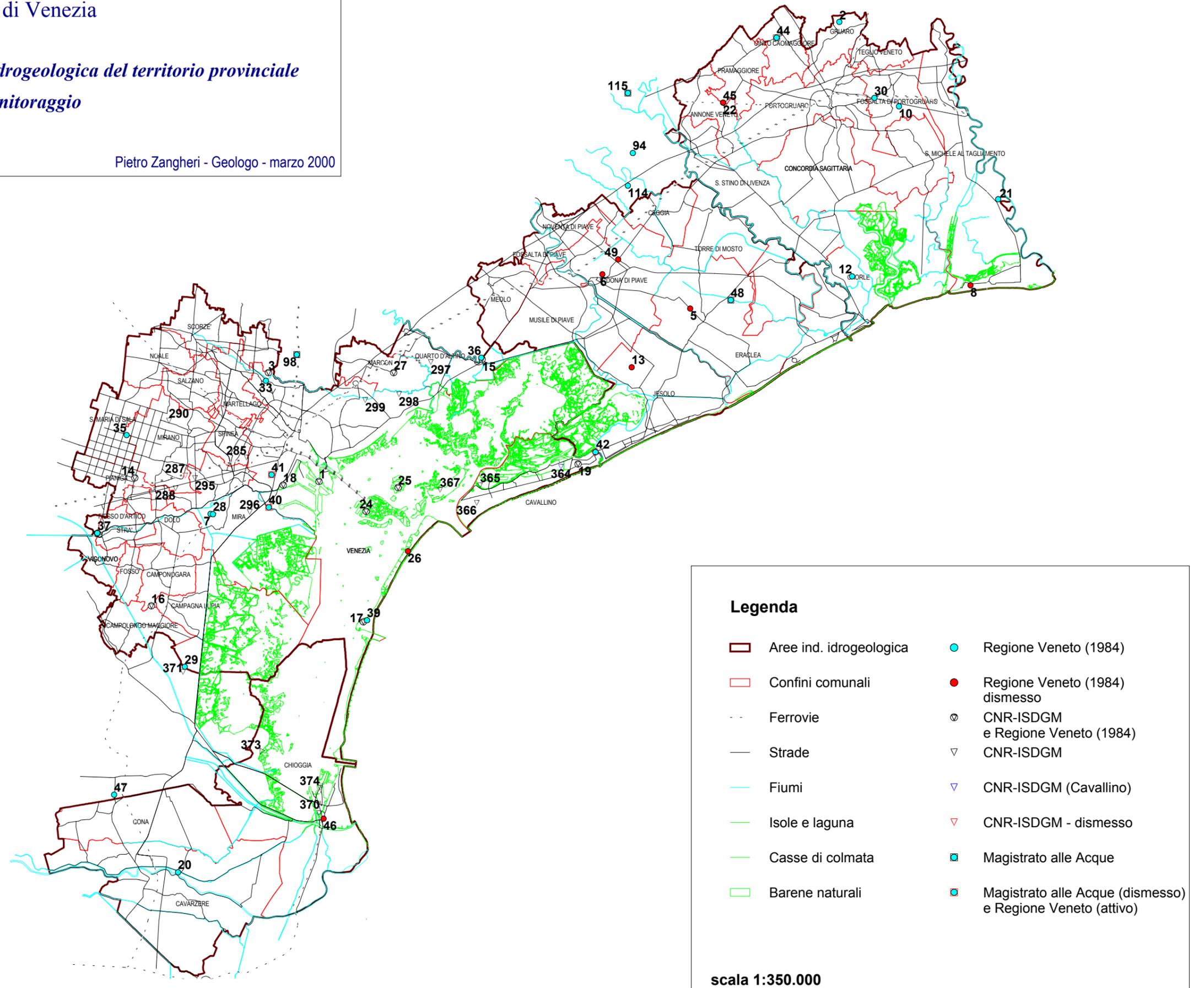


Figura. 3 - Pozzi appartenenti a reti di monitoraggio preesistenti, inseriti nella rete della Provincia di Venezia.

4.2 Rete piezometrica dell'Ufficio Idrografico (ex rete Magistrato alle Acque)

Nel 1926 il Magistrato alle Acque, con notevole lungimiranza, avendo compreso il valore della georisorsa acqua sotterranea, iniziò sistematiche *misure freaticometriche* su tutta l'Alta Pianura Veneta. Le misure venivano effettuate ogni tre giorni su pozzi freatici appositamente individuati.

Durante gli anni '80, per problemi di vario tipo e soprattutto legati al generale abbassamento dei livelli di falda la rete, è stata in parte abbandonata.

Tale rete non interessava gli acquiferi confinati della media e bassa pianura, cosicché non esistono dati "storici" sistematici su questi acquiferi.

Erano invece presenti alcuni pozzi freatici, tre dei quali (Cinto Caomaggiore, Eraclea, Strà) tuttora in monitoraggio (Figura 3). Alcuni pozzi fanno parte attualmente della rete della provincia di Venezia (Figura 3)³.

³ I pozzi del Magistrato alle Acque (ora dell'Ufficio Idrografico) ricadenti in Provincia di Venezia, facenti parte della rete (con riferimento alla Figura 3) sono:

DENOMINAZIONE	NUMERO RETE PROVINCIALE	NOTE
Scorzé	32	Demolito
Jesolo – Ca' Pirani	34	Demolito
Strà	37	Tuttora monitorato dall'Ufficio Idrografico
Malcontenta	40	Monitorato dall'Ufficio Idrografico fino al 1997
Ca' Emiliani – Via Bottenigo	41	Monitorato dal Magistrato alle Acque fino al 1968
Cavallino	42	Monitorato dal Magistrato alle Acque fino a circa 30 anni fa
Cinto Caomaggiore	44	Tuttora monitorato dall'Ufficio Idrografico
Eraclea	48	Tuttora monitorato dall'Ufficio Idrografico
Mogliano	98	Tuttora monitorato dall'Ufficio Idrografico (fuori provincia)
Motta di Livenza	115	Tuttora monitorato dall'Ufficio Idrografico (fuori provincia)

Fonte dei dati:

- "Annali Idrologici";
- Ufficio Idrografico.

4.3 Rete Piezometrica della Regione Veneto

Costituita inizialmente da circa 250 pozzi era stata “istituita” nel 1983. I dati relativi sono pubblicati in REGIONE DEL VENETO (1985a), REGIONE DEL VENETO (1985b) e REGIONE DEL VENETO (1987).

In Provincia di Venezia ricadevano 41 pozzi, per lo più ubicati nell’area lagunare. Di questi, 23 sono freatici e 18 in pressione; sui pozzi freatici per alcuni anni sono state eseguite misure di livello.

Nel complesso questa rete risultava piuttosto limitata per quanto riguarda l’area delle falde confinate (in pressione) della media pianura che risulta quella dove è maggiore sia lo sfruttamento sia il valore della risorsa.

Nel 1995 la Regione Veneto ha avviato un lavoro di revisione completa della propria rete che ha comportato:

- una ricognizione su tutti i punti di controllo appartenenti alla rete;
- la realizzazione di nuove schede (informatizzate) contenenti tutti i dati aggiornati;
- la sostituzione dei pozzi in disuso, o aventi caratteristiche giudicate non idonee, con nuovi pozzi;
- la selezione di nuovi pozzi ad 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).

Come già detto in provincia di Venezia ricadevano 41 pozzi, 23 freatici e 18 in pressione. La verifica ha riguardato oltre 50 pozzi poiché sono stati inclusi anche pozzi posti in aree limitrofe al confine provinciale (Province di Padova, Treviso e Pordenone). I risultati della verifica sono riportati in Figura 4.

La Tabella 2 riporta una sintesi dei dati raccolti (non si riportano, per motivi di semplicità i dati relativi ai pozzi ricadenti in provincia di Pordenone) ma solo quelli dei pozzi ricadenti nella rappresentata in Figura 4.

Tabella 2 - Sintesi del risultato della verifica della rete regionale

	Freatici	In pressione
Pozzi ancora utilizzabili	17	19
Pozzi non più utilizzabili	6	5
Totale pozzi	23	24

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 la parte ricadente in Provincia di Venezia la nuova rete regionale ha recepito i punti selezionati dalla Provincia, come d'altronde previsto dal Protocollo d'intesa Regione-Provincia.

Provincia di Venezia

Indagine idrogeologica del territorio provinciale

Rete di monitoraggio

Pietro Zangheri - Geologo - marzo 2000

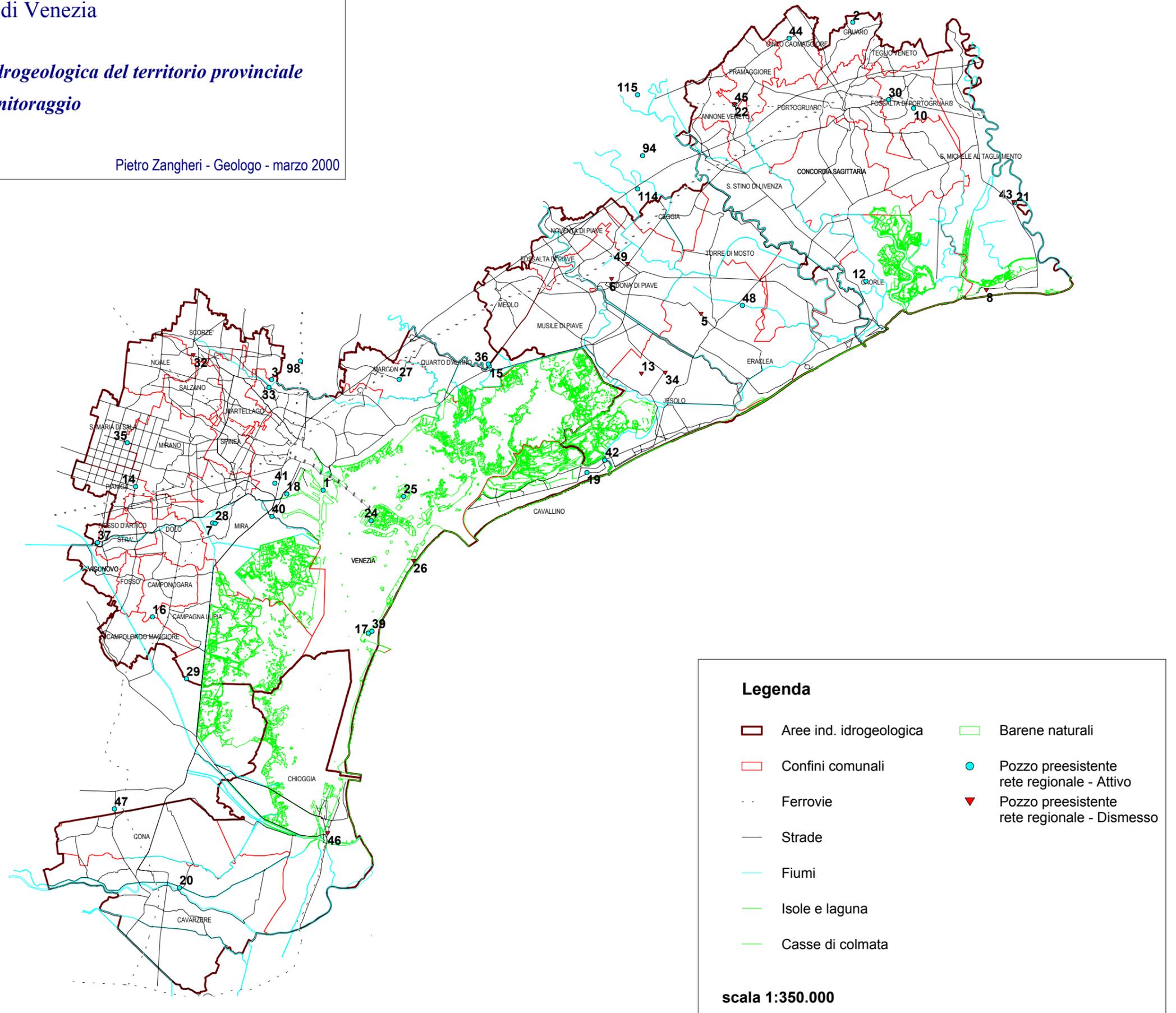


Figura 4 - Pozzi della preesistente (1984) rete regionale.

4.4 Rete piezometrica del C.N.R. - I.S.D.G.M. (Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse) di Venezia

E' finalizzata al controllo della pressione di strato nell'acquifero multifalda esistente nel sottosuolo della laguna di Venezia. Questa rete piezometrica è quindi di grande importanza per il controllo del fenomeno della subsidenza nell'area circumlagunare. Essa, grazie ad un elevato numero di punti di misura, copre in maniera completa tutta l'area circumlagunare.

La rete è stata realizzata nel 1990 (DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G., 1994), ricostituendo la vecchia rete C.N.R. del 1970-71. La nuova rete è formata da 117 punti di misura (Figura 5), 12 dei quali a registrazione in continuo.

Alcuni dati sono pubblicati in: DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G., 1994.

Le misure vengono realizzate con cadenza annuale (misure in fine luglio).

Va specificato che per un anno è stata attiva anche una rete finalizzata allo studio idrogeologico dell'area del Cavallino (DAZZI R. *ET ALII*, 1999).

Per il monitoraggio della parte di provincia ricadente nell'area circumlagunare i pozzi sono stati scelti tra quelli della rete CNR-ISDGM, anche allo scopo di:

1. permettere il collegamento tra le due reti;
2. utilizzare punti su cui fossero già preesistenti dati (set preferenziale di dati).

A livello informale si è svolta un'utile collaborazione con i tecnici ed i ricercatori del CNR-ISDGM, con un reciproco scambio di dati idrogeologici.

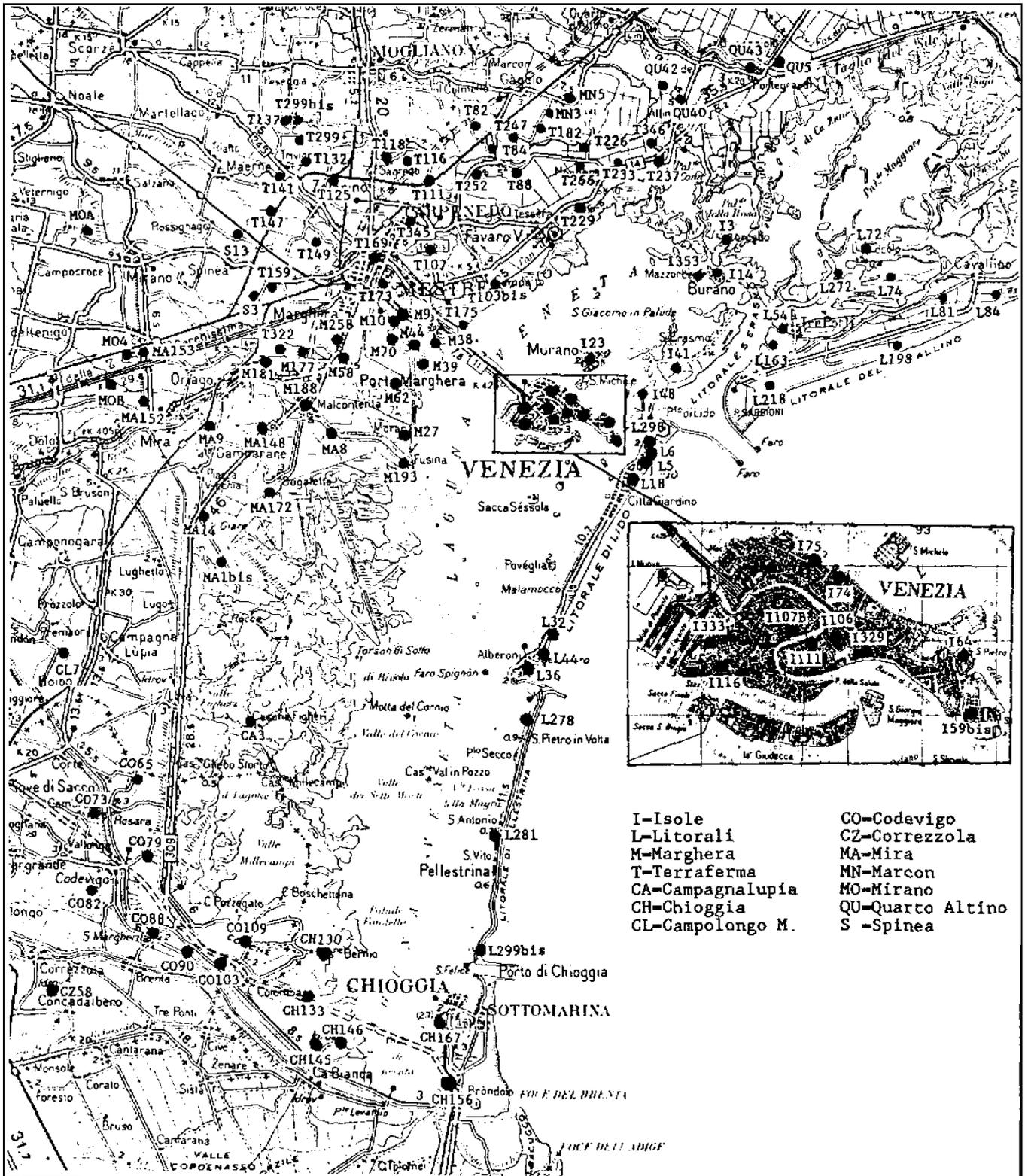


Figura 5 - Rete di controllo dei valori piezometrici della laguna di Venezia (da DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G., 1994).

4.5 Pozzi pubblici (“fontane”) monitorate dall’ULSS 13

Nell’intero territorio provinciale sono diffuse fontane pubbliche di proprietà comunale, censite nel corso della “*Indagine idrogeologica del territorio provinciale*”.

Su 41 di queste fontane l’ULSS 13 eseguiva trimestralmente campionamenti ed analisi il cui elenco è stato fornito dall’ULSS 13 stessa.

I parametri analizzati sono quelli della “*tabella C2*” del d.p.r. 236/88.

I pozzi in questione pur non costituendo una rete di monitoraggio in senso stretto, in particolare relativamente alla sistematicità e ad alla scelta dei punti di analisi in rapporto alla struttura idrogeologica, si sono rilevati di notevole interesse nel quadro del presente lavoro e tra essi sono stati scelti vari punti di monitoraggio.

4.6 Altri dati idrogeologici esistenti

Un dato importante riguarda la presenza di alcuni pozzi ad uso acquedottistico; infatti su tali punti di captazione vengono effettuati, a norma del d.p.r. 236/88, controlli sistematici che possono quindi formare dei sets di dati di riferimento per le misure effettuate su altri punti della rete.

4.7 Sintesi critica dei dati relativi a reti di monitoraggio preesistenti

Sulla base dei dati raccolti si può concludere che:

- la provincia di Venezia non è mai stata interessata da reti di monitoraggio qualitative dedicate mentre è in parte compresa in preesistenti reti quantitative;
- esistono dati preesistenti, seppur limitati ad alcune aree, per quanto riguarda la piezometria delle falde;
- la qualità delle falde è scarsamente nota, anche se esistono numerose analisi chimiche che però sono disuniformi nel metodo, nei tempi di realizzazione e nei criteri di campionamento;
- in alcune aree della provincia (Comune di Scorzé e Gruaro) sono presenti alcuni importanti punti di captazione di acquedotti dove vengono periodicamente effettuati controlli idrochimici;
- molti pozzi compresi in preesistenti reti di monitoraggio sono caratterizzati in modo lacunoso e, più in generale, riguardo la stragrande maggioranza di pozzi esistenti non sono reperibili informazioni basilari quali la stratigrafia e la posizione dei filtri;

La Tabella 3 riassume le reti preesistenti in Provincia di Venezia, al momento dell'avvio del progetto "*Rete di monitoraggio delle acque sotterranee*".

Tabella 3 - Schema riassuntivo delle reti di monitoraggio esistenti al 1997, in Provincia di Venezia.

ENTE GESTORE	N. PUNTI DI CONTROLLO IN PROV. VE (1997)	QUALITATIVA	QUANTITATIVA	TIPOLOGIA DI ACQUIFERI MONITORATI	FREQUENZA MISURE	ESISTENZA QUOTA P.R. DA APPOSITA LIVELLAZIONE	NOTE
Ufficio Idrografico	3		X	Freatico	ogni 3 giorni (per alcuni punti: misure in continuo)	X	La maggior parte della rete interessa l'area di ricarica degli acquiferi
Regione Veneto	41		X	Freatico Confinati		X	Era prevista anche come rete qualitativa ma, non erano mai stati eseguiti campionamenti
CNR-ISDGM	117		X	Confinati	una all'anno (per alcuni punti misure in continuo)	X	
ULSS13 di Dolo	41	X		Confinati	una ogni 3 mesi		Non si tratta di una rete di monitoraggio in senso stretto, ma di una serie di "fontane" controllate periodicamente

5. Criteri idrogeologici di progettazione della rete.

5.1 Introduzione

La progettazione idrogeologica della rete si è basata sui criteri stabiliti dalla Regione Veneto, adeguandoli alle necessità di una rete a scala provinciale, e sulla analisi della bibliografia esistente in merito a questo tema.

L'indagine bibliografica è stata anche finalizzata alla conoscenza dei criteri adottati per altre reti di monitoraggio delle acque sotterranee a scala locale e a scala regionale. I principali testi di riferimento sono riportati nell'allegata bibliografia.

Come già notato la definizione dei criteri è avvenuta prima dell'entrata in vigore del D.Lgs. 152/99. Essi comunque appaiono strettamente coerenti con quelli dettati da questa nuova norma di legge.

In generale l'organizzazione di una sorveglianza sui parametri che descrivono il ciclo delle acque, e in particolare di quelle sotterranee viene definita «monitoraggio», termine con il quale si intende in generale l'attività standardizzata di misura e osservazione dell'ambiente (UNESCO, 1978).

La predisposizione di una efficiente rete di monitoraggio delle acque sotterranee costituisce la base informativa per la gestione delle acque sotterranee stesse.

Le attività connesse al monitoraggio sono finalizzate alla descrizione di un sistema nel suo complesso e non possono essere limitate ad osservazioni disperse nello spazio e nel tempo, in risposta ad esigenze connesse al solo uso della risorsa idrica, come viene invece nella maggior parte dei casi praticato fino ad oggi in Italia (BERETTA, 1995).

5.2 Problematiche specifiche legate al monitoraggio delle falde della Provincia di Venezia

Nella realizzazione del progetto “Rete di monitoraggio delle acque sotterranee” 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, va osservato che:

1. nelle aree in cui i pozzi sono ad erogazione spontanea, si ha la diffusa abitudine di lasciare i pozzi ad 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 ed ammoniaca, a cui possono essere associati altri metalli tra cui l’arsenico (si tratta di acque che, secondo il 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 prevedere la presenza di una rete per ciascun acquifero.

Di fatto ciò risulta complesso. Si è pertanto adottato il criterio di privilegiare il controllo degli acquiferi maggiormente significativi sulla base dei risultati della “*Indagine idrogeologica del territorio provinciale*”.

E’ 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 acquiclude⁴.

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,

⁴ 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.

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. In generale il monitoraggio di questa falda 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 ad 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 ed importante per il problema del controllo del trasporto dei nitrati e di altri nutrienti da parte delle acque sotterranee alla rete scolante superficiale ed 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 per il futuro l'integrazione della rete con alcuni punti appositamente dedicati al monitoraggio.

Riguardo la 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.

5.3 Obiettivi

Sinteticamente gli obiettivi di una rete di monitoraggio possono essere così riassunti:

- raccogliere informazioni sullo stato della qualità di un sistema idrogeologico e sulle sue modificazioni nel tempo e nello spazio a scala regionale;
- pervenire alla conoscenza dello stato attuale delle falde e della loro probabile evoluzione secondo gli aspetti qualitativi e quantitativi;
- raccogliere informazioni sulla quantità di acqua contenuta negli acquiferi e sulla evoluzione delle piezometrie nel tempo;
- prevedere e/o seguire fenomeni regionali di contaminazione delle acque;
- valutare priorità economiche, sociali ed ecologiche;
- progettare piani di salvaguardia delle aree da cui attingono gli acquedotti pubblici;
- poter gestire in modo adeguato, basandosi su conoscenze dettagliate, le risorse idriche disponibili;

5.4 Organizzazione

L'obiettivo principale del programma di monitoraggio è quello di raccogliere, elaborare ed analizzare dati sulla qualità e quantità delle acque in modo da raggiungere una conoscenza di base sullo stato attuale del mezzo e prevedere le modificazioni nello spazio e nel tempo della qualità e quantità del sistema idrogeologico dovute sia a processi naturali sia ad impatti antropici. Ciò rappresenta la base della gestione e protezione della risorsa nel medio e lungo periodo.

A tale scopo è fondamentale legare la rete di monitoraggio ad un database aggiornabile creato a partire da parametri prescelti ed è fondamentale legarlo ad elaborazioni di cartografie tematiche. Un primo database va realizzato con quei pozzi che possiedono misure storiche che formeranno un set di dati di uso preferenziale.

Il D.Lgs. 152/99 prevede, relativamente all'organizzazione del monitoraggio, quanto segue:

Il monitoraggio si articola in una **fase conoscitiva iniziale** che ha come scopo la classificazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici ed in una **fase a regime** in cui viene effettuato un monitoraggio volto a verificare il raggiungimento ovvero il mantenimento dell'obiettivo di qualità "buono" di cui all'articolo 4.

Fase conoscitiva

La fase conoscitiva iniziale ha la durata di 24 mesi ed ha come finalità la classificazione dello stato di qualità di ciascun corpo idrico; in base ad esso le autorità competenti definiscono, nell'ambito del piano di tutela, le misure necessarie per il raggiungimento o il mantenimento dell'obiettivo di qualità ambientale.

La fase conoscitiva iniziale, ha altresì lo scopo di raccogliere tutte le informazioni utili alla valutazione degli elementi biologici e idromorfologici necessari a definire più compiutamente lo stato ecologico dei corpi idrici superficiali, nonché per valutare le informazioni relative alla contaminazione da microinquinanti dei sedimenti e del biota, in particolare per quanto riguarda le acque costiere e le acque di transizione.

Le informazioni pregresse non antecedenti il 1997, possono essere utilizzate — se compatibili con quelle richieste nel presente allegato - in sostituzione o integrazione delle analisi previste nella fase iniziale del monitoraggio per l'attribuzione dello stato di qualità.

Fase a regime

Se i corpi idrici hanno raggiunto l'obiettivo "Buono" o "Elevato", il monitoraggio può essere ridotto ai soli parametri riportati in tabella 4. L'autorità competente, in relazione allo stato dei corsi d'acqua, può variare la frequenza dei campionamenti e il numero delle stazioni della rete di rilevamento.

Le autorità competenti armonizzano e ricercano la miglior integrazione possibile tra le diverse iniziative di controllo delle acque (monitoraggio per la balneazione, per la produzione di acqua potabile, per la vita dei pesci, ed altri), al fine di ottimizzare l'impiego di risorse umane e finanziarie.

Deve inoltre essere predisposto, presso ogni ARPA, o comunque presso ogni regione in attesa che venga costituita l'ARPA, un sistema di pronto intervento in grado di monitorare gli effetti ed indagare sulle cause di fenomeni acuti di inquinamento causati da episodi accidentali o dolosi.

Dal confronto con l'attuale normativa si deduce quindi che si è svolta fino ad oggi gran parte della fase conoscitiva.

La fase a regime risulta attualmente agli inizi. Essa permetterà tra l'altro, di affinare il modello idrogeologico di riferimento.

5.5 Scelta dei punti di controllo

Le principali caratteristiche di un pozzo di monitoraggio sono (BERETTA ET ALII, 1995):

- facile accesso;
- possibilità di realizzare misure e campionamenti durante tutto il periodo dell'anno;
- conoscenza delle caratteristiche costruttive, della stratigrafia e della posizione dei filtri;
- conoscenza dell'eventuale regime d'uso del pozzo;

- rappresentatività dell'acquifero che si intende monitorare;
- presenza di una bocca-pozzo chiudibile;
- conoscenza della quota della bocca pozzo da misure topografiche, o, provvisoriamente, da scale topografiche a grande scala (1:5.000)

Nell'impossibilità di costruire appositamente dei pozzi dedicati al monitoraggio, la rete si è basata su pozzi esistenti. In accordo con BERETTA ET ALII (1995) si sono preferiti pozzi attivi, in particolare pubblici.

Riguardo la densità dei punti di controllo, dato anche il gran numero di acquiferi sovrapposti esistenti si sono scelte, come meglio spiegato nel seguito, densità diverse in base al "valore" delle acque sotterranee nelle differenti aree.

Relativamente alla scelta dei punti di controllo, di fatto, si è tenuto conto del criterio di "corpo idrico significativo", come indicato dal D.Lgs 152/99:

"Sono significativi gli accumuli d'acqua contenuti nel sottosuolo permeanti la matrice rocciosa, posti al di sotto del livello di saturazione permanente.

Fra esse ricadono le falde freatiche e quelle profonde (in pressione o no) contenute in formazioni permeabili, e, in via subordinata, i corpi d'acqua intrappolati entro formazioni permeabili con bassa o nulla velocità di flusso. Le manifestazioni sorgentizie, concentrate o diffuse (anche subacquee) si considerano appartenenti a tale gruppo di acque in quanto affioramenti della circolazione idrica sotterranea.

Non sono significativi gli orizzonti saturi di modesta estensione e continuità all'interno o sulla superficie di una litozona poco permeabile e di scarsa importanza idrogeologica e irrilevante significato ecologico."

I punti scelti sono ubicati nelle cartografie allegate e per ciascuno di essi è presente una monografia.

5.6 Monitoraggio quantitativo

Relativamente al monitoraggio quantitativo il D.Lgs. 152/99 prevede:

Per quanto riguarda gli aspetti quantitativi, su un numero ridotto di punti significativi appartenenti alle reti di monitoraggio individuate, le misure dovranno essere eseguite con cadenza mensile e sui pozzi, sui piezometri. Le misure sulle sorgenti dovranno essere anche più ravvicinate in ragione dei tempi di esaurimento della sorgente stessa.

Prima dell'uscita del D.Lgs 152/99 un "gruppo di lavoro sul monitoraggio delle acque sotterranee" appositamente costituito aveva stabilito che le misure sull'intera rete dovranno essere almeno 4 all'anno con la seguente scadenza:

- fine gennaio
- fine aprile
- fine luglio
- fine ottobre.

Su un numero limitato di pozzi sarebbe opportuno installare strumentazioni per la misura in continuo, come già fatto dall'Ufficio idrografico in Alta Pianura e dal CNR e la Regione nell'area circumlagunare.

Si ritiene che in una prima fase, dato che le falde confinate della Provincia di Venezia hanno un regime piezometrico caratterizzato da modeste oscillazioni, sia sufficiente una misura ogni 3 mesi; è comunque importante avere un maggior dettaglio in alcuni punti significativi, strumentando alcuni punti con strumentazione che misuri il livello (e, possibilmente, altri parametri) in continuo.

Relativamente all'aspetto del monitoraggio quantitativo va notato che solo i punti di misura della vecchia rete regionale, i pozzi della rete CNR e dell'Ufficio Idrografico hanno la quota assoluta del Piano di Riferimento, mentre tutti i punti di nuova selezione non sono stati quotati ex-novo. Si sottolinea che la possibilità di interpretare congiuntamente i dati di reti diverse dipende dalla esistenza della quota assoluta e dalla confrontabilità nella precisione di tali quote.

Le campagne di misura ad oggi eseguite sono una decina⁵, quelle svolte in maniera sistematica su tutta la rete sono iniziate nell'ottobre 98.

5.7 Monitoraggio qualitativo

Il D.Lgs. 152/99 prevede, per la fase iniziale del monitoraggio (ovvero quella oggetto della presente relazione) il rilevamento dei seguenti parametri chimico-fisico (parametri base):

La fase iniziale del monitoraggio dura 24 mesi ed ha la finalità di caratterizzare l'acquifero. Il rilevamento della qualità del corpo idrico sotterraneo è basato sulla determinazione dei "parametri di base" riportati nella Tabella 19. I parametri di tabella evidenziati con il simbolo (o) saranno utilizzati per la classificazione in base a quanto indicato in Tabella 20.

Le autorità competenti devono analizzare i parametri addizionali relativi a inquinanti specifici, individuati in funzione dell'uso del suolo, delle attività presenti sul territorio, in considerazione della vulnerabilità della risorsa e della tutela degli ecosistemi connessi oppure di particolari caratteristiche ambientali. Una lista di tali inquinanti con l'indicazione dei relativi valori di soglia è riportata nella Tabella 21.

⁵ Alcune misure sono state estese anche in un'area extraregionale in Provincia di Pordenone (in destra Tagliamento)

Tabella 19 del D.Lgs. 152/99 - Parametri di base (con (o) sono indicati i parametri macrodescrittori utilizzati per la classificazione).

Temperatura (°C)	Potassio (mg/L)
Durezza totale (mg/L CaCO ₃)	Sodio (mg/L)
Conducibilità elettrica (mS/cm (20°C)) (o)	Solfati (mg/L) come SO ₄ (o)
Bicarbonati (mg/L)	Ione ammonio (mg/L) come NH ₄ (o)
Calcio (mg/L)	Ferro (mg/L) (o)
Cloruri (mg/L) (o)	Manganese (mg/L) (o)
Magnesio (mg/L)	Nitrati (mg/L) come NO ₃ (o)

Nella fase a regime sulla rete di monitoraggio individuata in base ai risultati della fase conoscitiva iniziale vanno proseguite le misure sui parametri di base precedentemente utilizzati al punto 4.2.1.2. Si ritiene necessario considerare un periodo iniziale di riferimento di almeno cinque anni per poter definire le tendenze evolutive del corpo idrico.

Per le misure chimiche vanno inoltre monitorati tutti quei parametri relativi ad inquinanti inorganici o organici individuati dall'autorità preposta al controllo, in ragione delle condizioni dell'acquifero e della sua vulnerabilità, dell'uso del suolo e delle attività antropiche caratteristiche del territorio.

I parametri chimici (scelti antecedentemente l'emanazione del D.Lgs. 152/99), stabiliti da un gruppo di lavoro interdisciplinare costituito da funzionari e tecnici appartenenti a vari enti, sono i seguenti (con le relative unità di misura): pH, Temperatura (°C), Organo alogenati (µg/l), Conducibilità (µS/cm), Erbicidi (µg/l), Cloruri (mg/l), Solfati (mg/l), Calcio (mg/l), Magnesio (mg/l), Sodio (mg/l), Potassio (mg/l), Durezza totale (°F), Nitrati (mg/l), Ammoniaca (mg/l), Ferro (mg/l), Manganese (µg/l), Arsenico (µg/l), Cadmio (µg/l), Cromo esavalente (µg/l), Cromo totale (µg/l), Piombo (µg/l), Alluminio (mg/l), Boro (µg/l), Cianuri (µg/l), Fluoruri (µg/l), Fosfati (µg/l), Nichel (µg/l), Nitriti (mg/l), Rame (µg/l), Zinco (µg/l), Selenio (µg/l), Mercurio (µg/l), Antimonio (µg/l), Alcalinità(mg/l).

Come si può notare sono presenti, tutti i parametri previsti dal D.Lgs. 152/99 ed inoltre una serie di parametri che potrebbero far parte di quella che il D.Lgs. 152/99 definisce fase a regime.

Le campagne di campionamento previste sono due all'anno in coincidenza con due di quelle della rete quantitativa (aprile ed ottobre); come si può notare anche in questo caso vengono rispettati i criteri previsti da D.Lgs. 152/99.

Le campagne di analisi sono iniziate in maniera sistematica su tutta la rete nell'ottobre 98. Le analisi sono state eseguite dai laboratori del PMP e dell'ARPAV.

Si ricorda che anche l'acquisizione dei dati idrochimici può essere automatizzata, manuale o mista. Generalmente le reti di monitoraggio a scala regionale/provinciale sono gestite in modo manuale o misto. Quest'ultima soluzione si ritiene sia quella da attuare anche per la Provincia di Venezia, anche se allo stato attuale è stato possibile realizzare misure esclusivamente manuali.

Infatti la presenza anche di un limitato numero di punti di misura in continuo permette poi di meglio interpretare i dati dei punti che vengono controllati solo manualmente.

I parametri su cui attualmente risulta piuttosto semplice un monitoraggio in continuo sono: la temperatura, il pH, la conducibilità elettrica, il potenziale redox e l'ossigeno disciolto.

Questi parametri non sono direttamente collegati all'inquinamento, ma costituiscono «indicatori idrochimici», in grado di rilevare variazioni di concentrazioni delle sostanze presenti nelle acque sotterranee.

6. Struttura della rete

6.1 Premessa

Viene riportata di seguito la struttura della rete in rapporto al modello idrogeologico di riferimento suddividendo il territorio provinciale in quattro aree:

- Portogruarese
- Sandonatese
- Area centrale
- Area meridionale

La rete di monitoraggio è costituita attualmente da oltre 80 pozzi, 12 dei quali interessano la falda freatica e vengono utilizzati per sole misure di livello; i rimanenti punti, che captano il sistema di falde in pressione, sono generalmente utilizzati sia per la misurazione dei livelli di falda, che per il controllo di qualità

Le ubicazioni dei pozzi di monitoraggio sia della rete quantitativa che di quella qualitativa (che nella maggior parte dei casi coincidono), sono riportati nella allegata tavola informatizzata: "ubicazione pozzi di monitoraggio"⁶. A ciascuna ubicazione è collegata la relativa scheda pozzo utilizzata per l'archiviazione dei dati.

⁶ La cartografia riporta anche l'ubicazione di alcuni pozzi precedentemente utilizzati per il monitoraggio ed ora dismessi, sui quali sono disponibili alcune misure. Non vengono invece riportate le ubicazioni dei pozzi della preesistente (1984) rete regionale, laddove dalle verifiche di campo i pozzi siano risultati non più utilizzabili. Quest'ultimi sono ubicati esclusivamente nelle figure che corredano questa relazione.

6.2 Portogruarese

Le unità idrogeologiche presenti nell'area del portogruarese vengono definite secondo il seguente schema.

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

Unità idrogeol.	Prof. (m)	T (C°)	Cond. (µS/cm)	Fe (mg/l)	NH4 (mg/l)	Prevalenza (m)	Q max (l/s)
1	10 - 20	13,8 - 16,3	820 - 3600	0,7 - 3,2	0,4 - >3	no	no
2	35 - 55	13,5 - 15,0	425 - 490	0,1 - 0,6	0,2 - 1,5	0,6 - 1,5	0,04 - 0,25
3	60 - 130	14,3 - 15,7	400 - 502	0,1 - 0,6	1,3 - >3	0,6 - 1,5	0,03 - 0,19
4	150 - 380	14,8 - 25,0	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 - 45	320 - 3500	0,06 - 0,3	0,1 - 2	4 - >20	2 - 3,75

La distribuzione dei pozzi selezionati, per unità idrogeologica è riportata nella Figura 6.

Va notato che per quest'area è in avanzata fase di attuazione un ampio progetto idrogeologico realizzato congiuntamente dalla Provincia di Venezia e dal Consorzio di Bonifica Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento che ha avuto anche il cofinanziamento del Leader II; nel quadro di questo progetto è stata, tra l'altro, progettata e realizzata una rete di monitoraggio a scala di semi-dettaglio delle acque sotterranee.

Relativamente al monitoraggio delle diverse unità idrogeologiche va osservato che:

- i pozzi relativi alla seconda unità idrogeologica (35-55 m) si concentrano nella parte a Nord, in quanto solo in quest'area essa è presente in modo continuo, nonché di particolare interesse rispetto all'utilizzo;
- i pozzi relativi alle rimanenti unità idrogeologiche sono distribuiti uniformemente sull'intera area.
- Il numero di pozzi dedicati al monitoraggio delle falde profonde più di 480 m, in particolare in area termale è limitato ad un numero piuttosto basso di punti di controllo, nonostante la provincia di Venezia abbia eseguito, proprio in quest'area, un censimento pozzi con il metodo detto "porta a porta". I motivi sono riconducibili a:
 - ⇒ difficoltà tecniche nell'eseguire le misure, quali la presenza di pozzi con derivazioni multiple o privi di un attacco per il manometro, indispensabili in pozzi con prevalenza fino a 20 metri dal piano campagna;
 - ⇒ situazione autorizzativa non regolare di molti pozzi.

Va però rilevata la notevole importanza del monitoraggio della falda termale ciò essenzialmente per due motivi:

- 1) le acque termali rappresentano una interessante riserva energetica di cui ad oggi non sono ancora ben definite le potenzialità
- 2) la presenza dei pozzi emungenti la falda termale rappresenta un potenziale rischio geologico indotto di grado attualmente non noto (possibile subsidenza indotta e problemi connessi in particolare sulle opere di bonifica), che va verificato prima di procedere ad ulteriori aumenti nell'entità dei prelievi.

Per questa zona è necessario un infittimento della rete stessa, oltre che un approfondimento delle conoscenze geologiche.

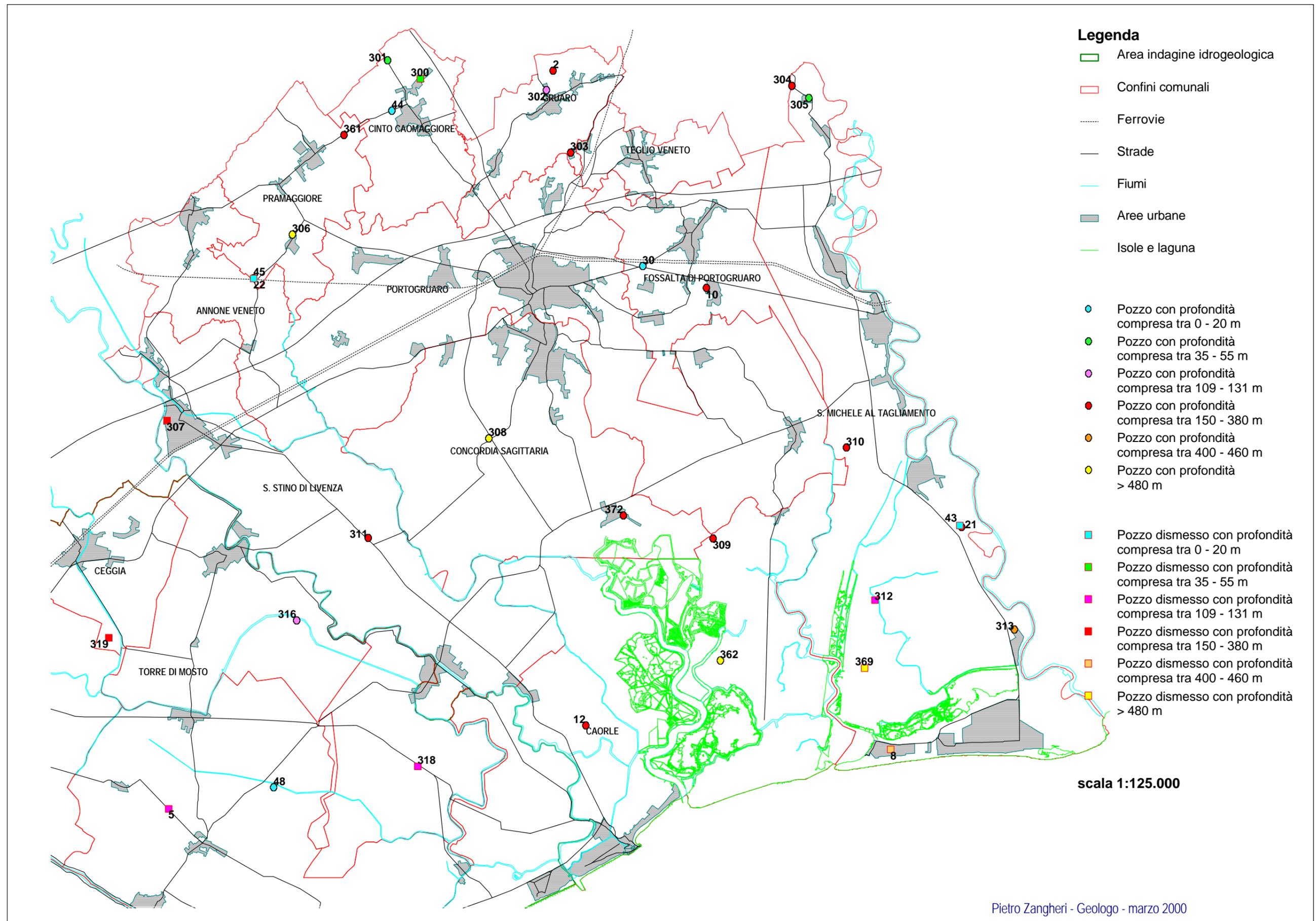


Figura 6 - Pozzi di monitoraggio del Portogruarese, suddivisi per unità idrogeologica.

6.3 Sandonatese

Il sottosuolo di questa parte della Provincia risulta 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 sciolti. 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 dai forti spessori di materiali argilloso-limosi che riducono drasticamente la permeabilità verticale (acquicludi); in essi si intercalano letti prevalentemente sabbioso-limosi e livelli sabbiosi sovrapposti sedi di falde idriche in pressione, aventi comunque una trasmissività molto bassa e il più delle volte caratterizzati da una scarsissima continuità sia verticale che laterale.

Nella tabella seguente si riporta, una sintesi della distribuzione delle “falde⁷” presenti nel sottosuolo con la relativa parametrizzazione basata sulle misure sperimentali effettuate in campagna:

Tabella 5 - Schema riassuntivo delle principali falde del Sandonatese.

Falde N°	Pozzi N°	Prof. (m)	Cond. elet. (mS/cm)	NH4+ (mg/l)	Fe (mg/l)	Temp. (C°)	Prevalenza (m)	Q spont.max (l/s)
I°	18	10-23	437-1111	0.16->10	0.05-4.82	11.0-15.4	No-1.4	0.02-0.02
II°	19	58-65	772-2300	>3.3->10	0.0-4.18	13.3-14.8	0.05-1.7	0.01-0.33
III°	17	75-103	594-1427	0.8->10	0.24-2.16	14.1-16.3	0.0-1.35	0.041-0.083
IV°	21	109-131	611-1100	9.0->10	0.03-1.56	15.0-16.5	0.3-1.31	0.03-0.25
V°	23	137-171	456-1722	3.5->10	0.09-2.22	12.4-18.1	0.0-1.85	0.042-0.25
VI°	28	173-206	485-1745	4.0->10	0.0-3.14	14.2-18.4	0.1-1.29	0.01-0.27
VII°	16	210-251	458-1557	4.5->10	0.0-1.0	16.1-21.7	0.0-2.0	0.06-3.3
VIII°	10	260-321	464-1245	2.8->10	0.04-0.7	14.9-19.9	0.13-1.5	0.05-0.5
IX°	9	322-700	368-762	1.04->3.3	0.0-0.46	20.5-30.6	10.0-20.0	0.4-4.0

L'analisi di questi dati e più in generale della situazione geologico-generale portano a far 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

⁷ Va specificato che il termine “falda” è qui usato in senso generico e non corrisponde necessariamente a livelli permeabili continui su tutta l'area.

provenienza rimane tuttora ignota, probabilmente hanno alloggiato per lunghi periodi nel sottosuolo favorendo in tal modo l'interscambio con i livelli organici. Ciò giustificherebbe l'elevato contenuto di ammoniaca associato spesso alla presenza di gas.

L'origine "antica" di queste falde spiegherebbe inoltre la loro rapida perdita di carico che ne ha determinato il progressivo esaurimento.

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 ad essa è probabilmente regolata dalle dispersioni nell'alta pianura.

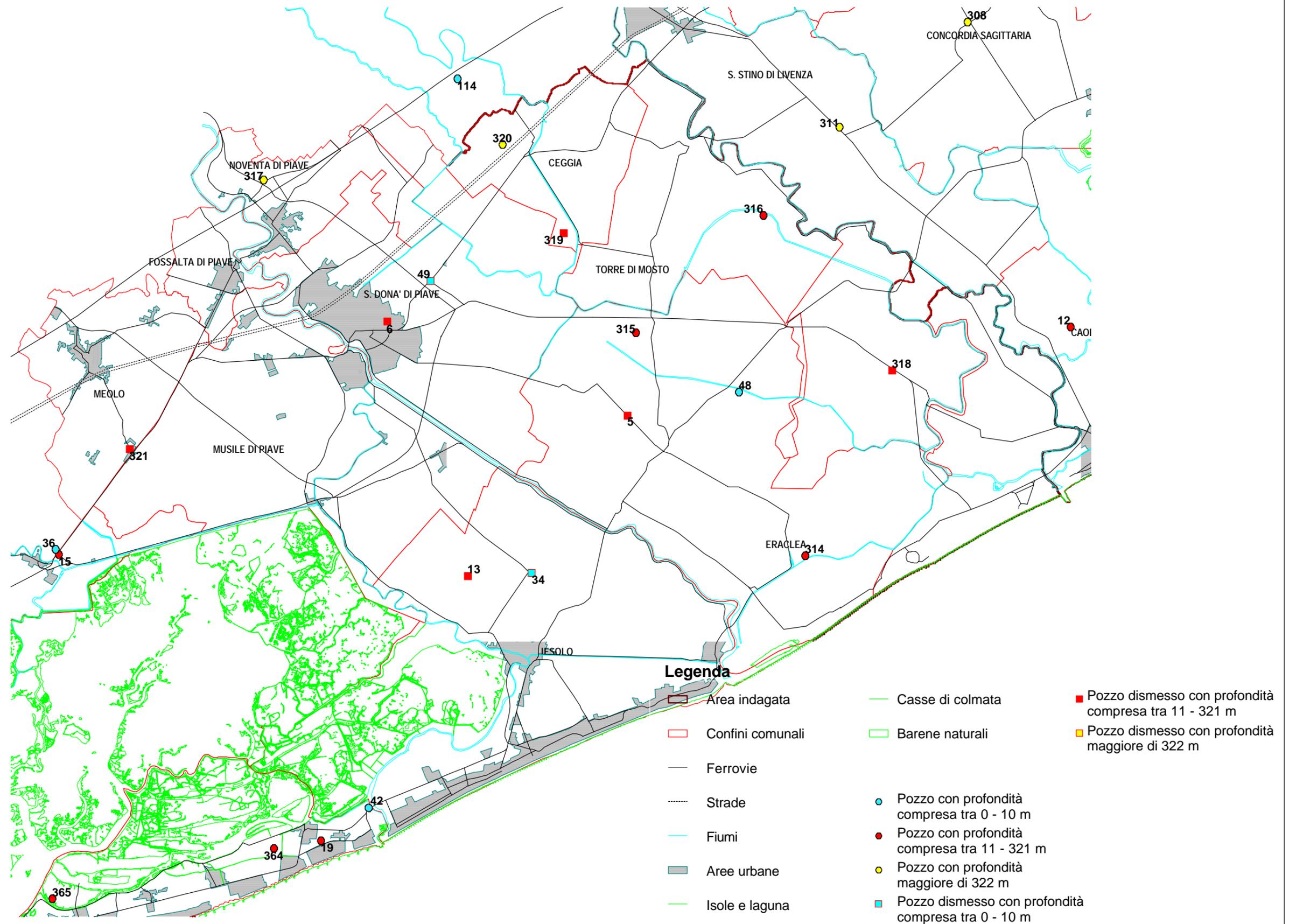
Coerentemente con questo modello idrogeologico la selezione dei punti di monitoraggio si è basata su una suddivisione in unità idrogeologiche in solo tre classi di profondità (Figura 7):

1. Falde freatiche: considerate corrispondenti alla classe di profondità 1-10 metri
2. Falde comprese tra 10 e 321 m di profondità corrispondenti alle falde 1-8 della "Indagine idrogeologica"
3. Falde a profondità superiori a 322 m di profondità

I pozzi selezionati per ciascuna classe di profondità (unità idrogeologica) sono riportati in Figura 7.

Va notato che in quest'area il monitoraggio è reso complesso dallo scarso numero di pozzi con caratteristiche costruttive ed idrogeologiche adeguate alle misure piezometriche. Infatti la bassa trasmissività degli acquiferi unita alla scarsissima qualità delle falde fa sì che i pozzi esistenti siano pochi e spesso vetusti (risalenti in genere all'epoca della bonifica idraulica, precedentemente alla costruzione delle reti acquedottistiche).

Di conseguenza vari punti selezionati nelle prime fasi di lavoro e su cui sono state eseguite le prime campagne di misura e campionamento sono stati in seguito abbandonati (si veda la Figura 7).



scala 1:125.000

Pietro Zangheri - Geologo - marzo 2000

Figura 7 - Pozzi di monitoraggio del Saronatese, suddivisi per unità idrogeologica.

6.4 Area Centrale

Va premesso che per alcune parti dell'Area Centrale la ricostruzione del modello idrogeologico di riferimento risulta da affinare⁸.

Infatti, da una parte i dati litostratigrafici esistenti sono in numero limitato e, a volte di qualità inadeguata, dall'altro le informazioni sono distribuite disuniformemente sul territorio.

Nell'area di Scorzé la ricostruzione della distribuzione delle falde risulta dettagliata, in particolare grazie ai dati stratigrafici dei pozzi acquedottistici. 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 ad uso industriale, e di altri dati sperimentali raccolti a partire dagli anni '70 dal CNR-ISDGM, permette di avere una visione della distribuzione delle falde piuttosto chiara.

E' invece sicuramente possibile, per aree di relativamente limitata estensione, definire delle stratigrafie tipo oppure, 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, data anche l'ampiezza dell'area in rapporto alla variabilità della struttura idrogeologica.

Gli schemi seguenti (Tabella 6) definiscono le caratteristiche salienti delle varie falde rilevate per ciascun settore e riassumono le distinzioni in falde o in classi di profondità

Nella Tabella⁹, 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:

1. comuni di Noale¹⁰, Scorzè e parte del comune di Martellago ricadente nell'area di risorsa idropotabile (Figura 2);

⁸ Si ricorda che il D.Lgs 152/99 prescrive che:

“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.”

⁹ Nella Tabella 6, risultano 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.

¹⁰ 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 Scorzé. 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

2. 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, Strà Vigonovo
3. Comuni del Veneziano e Mira (area circumlagunare; comuni di Cavallino-Treporti, Marcon, Mira, Quarto d'Altino e Venezia).

Tabella 6 - 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.

Acquifero (Noale, Scorzé e parte Nord di Martellago)	Numero pozzi censiti	Profondità (m)	Temp. (°C)	Cond. (µS/cm)	Fe (mg/l)	NH4+ (mg/l)	Prev. su p.c. (m)	Q. spont. max. (l/s)
1	544	20-60	12.5-15.0	350-450	0-1.0	0-2.0	0-0.5	0.2
2	57	110-140	13.0-16.0	250-400	<0.2	<0.5	0.3-4.0	2
3	32	200-225	13.5-16.0	300-400	<0.2	<0.5	2.0-4.5	2
4	42	235-260	13.5-16.0	300-400	<0.2	<0.5	2.0-6.0	3
5	311	280-320	14.0-18.0	350-450	<0.2	<0.5	3.0-8.0	8
6	24	325-380	16.5-20.0	300-350	<0.2	<0.5	5.0-8.0	8

Classe di profondità (Riviera del Brenta)	Numero pozzi censiti	Profondità (m)	Temp. (°C)	Cond. (µS/cm)	Fe (mg/l)	NH4+ (mg/l)	Prev. su p.c. (m)	Q. spont. max. (l/s)
1	109	10-55	14.0-15.0	850-1100	1.0-5.0	0.5-0.8	0	0
2	61	80-260	14.0-19.0	300-1350	0-5.0	0-5.0	0-5.0	2
3	23	260-300	17.0-20.0	300-550	0-2.0	0-1.0	2.0	2
4	46	300-330	18.0-20.0	300-400	0-4.0	0-2.0	4.0-6.0	5

Acquifero (Veneziano e Mira)	Numero pozzi censiti	Profondità (m)	Temp. (°C)	Cond. (µS/cm)	Fe (mg/l)	NH4+ (mg/l)	Prev. su p.c. (m)	Q. spont. max. (l/s)
Semiart.	64	10-80	14.0-16.5	330-1500	0-12.5	0.2-8.0	0	0
1	294	89-124	13.7-17.1	320-2000	0-7.0	0.2-8.0	0	1.0
2	11	132-153	15.0-17.0	300-1000	0-1.0	0.2-4.5	1.0	0.5
3	15	163-181	14.4-18.6	300-685	0-0.5	0.5-3.0	0.5	0.4
4	52	200-250	14.0-18.0	250-800	0-1.0	0.2-3.4	1.0	0.8
5	46	260-300	15.0-18.7	275-600	0-0.7	0-3.4	0	0.8
6	11	>300						

Si può osservare che, man mano che ci si allontana dall'area di alimentazione degli acquiferi, si assiste ad un aumento dei valori di tutti i parametri¹¹ considerati (a

di esposizione si è preferito presentare accorpato i dati delle due aree, utilizzando la suddivisione in falde eseguita nel rilevamento idrogeologico del territorio comunale di Scorzé. 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 nel 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): *Indagine idrogeologica del territorio provinciale. Comune di Noale.*

¹¹ Alcuni campi risultano vuoti poiché il numero di punti di misura disponibili non sono stati ritenuti sufficienti per permettere una valutazione statistica.

parità di profondità) e ad uno scadimento della qualità di base delle acque sotterranee. Infatti, nell'area di Scorzè, Noale e Martellago si hanno elevati valori di prevalenza e acque, in genere potabili¹² e a volte anche di ottima qualità. 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 ed Ammoniaca. Avvicinandosi all'area lagunare si ha anche un incremento dei valori della conducibilità elettrica.

Per una rappresentazione 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 6. In Tabella 7 si riporta la suddivisione scelta.

Tabella 7 - Suddivisione in classi di profondità dei pozzi censiti nell'area centrale.

	Classi di profondità	Numero pozzi	% sul totale
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%

In Figura 8 si riportano i punti di monitoraggio selezionati per l'area centrale suddivisi nelle classi di profondità definite in Tabella 7.

Relativamente alla scelta dei pozzi di monitoraggio, con riferimento alla Figura 8, è da notare che:

- in quest'area erano ancora utilizzabili alcuni pozzi della preesistente (1984) Rete Regionale (si veda anche Figura 4 e il paragrafo 3); questa però risultava priva di punti di controllo nell'area a maggiore presenza di risorsa e di prelievi (area di Noale, Scorzé e Martellago ed aree limitrofe in provincia di Padova e Treviso);
- sono distribuiti in tutta l'area alcuni pozzi pubblici ("fontane") che, precedentemente la costituzione dell'ARPAV, venivano controllati periodicamente, per il solo aspetto chimico, dall'U.L.S.S. 13. Tra questi pozzi sono stati selezionati vari punti di monitoraggio;
- per l'area circumlagunare i punti di controllo sono stati scelti tra i pozzi della rete piezometrica del CNR-ISDGM (si veda la Figura 4 ed il paragrafo 4.4). Questi punti rappresentano il raccordo necessario tra queste due reti;
- per tutto il rimanente territorio i punti sono stati selezionati sulla base della "Indagine idrogeologica del territorio provinciale";
- nell'area di risorsa idropotabile (Figura 2) si sono evidenziate sei falde di cui due di particolare importanza: la prima e la quinta. La prima falda, tra i 40 e i 70 metri, è interessata da un notevole numero di pozzi. Si tratta di una falda, presente anche

¹² Va ricordato che anche in questa zona l'acqua sotterranea a volte risulta non potabile per eccesso di Ferro ed Ammoniaca.

in Provincia di Padova e di Treviso, che a causa del notevole sfruttamento sta perdendo via via pressione. La quinta falda localizzata tra i 280 ed i 320 metri ha subito un notevole incremento negli utilizzi in questi ultimi anni; essa viene utilizzata anche a scopo acquedottistico e per l'imbottigliamento. Per il monitoraggio di questa falda sono stati appositamente scelti alcuni punti che però andrebbero integrati con dei pozzi nel territorio al di fuori della provincia di Venezia e con dei pozzi nell'area di prelievo (Rio San Martino) dell'acquedotto del Mirese e della Ditta San Benedetto. A tale scopo potrebbero risultare utili alcuni pozzi dismessi da queste ditte (o, pozzi costruiti *ad hoc*);

- nell'area della Riviera del Brenta il numero dei pozzi diviene esiguo e le risorse idriche sotterranee sono in genere non potabili per eccesso di ferro ed ammoniaca. Conseguenzialmente i pozzi dedicati al monitoraggio in quest'area sono in numero limitato.

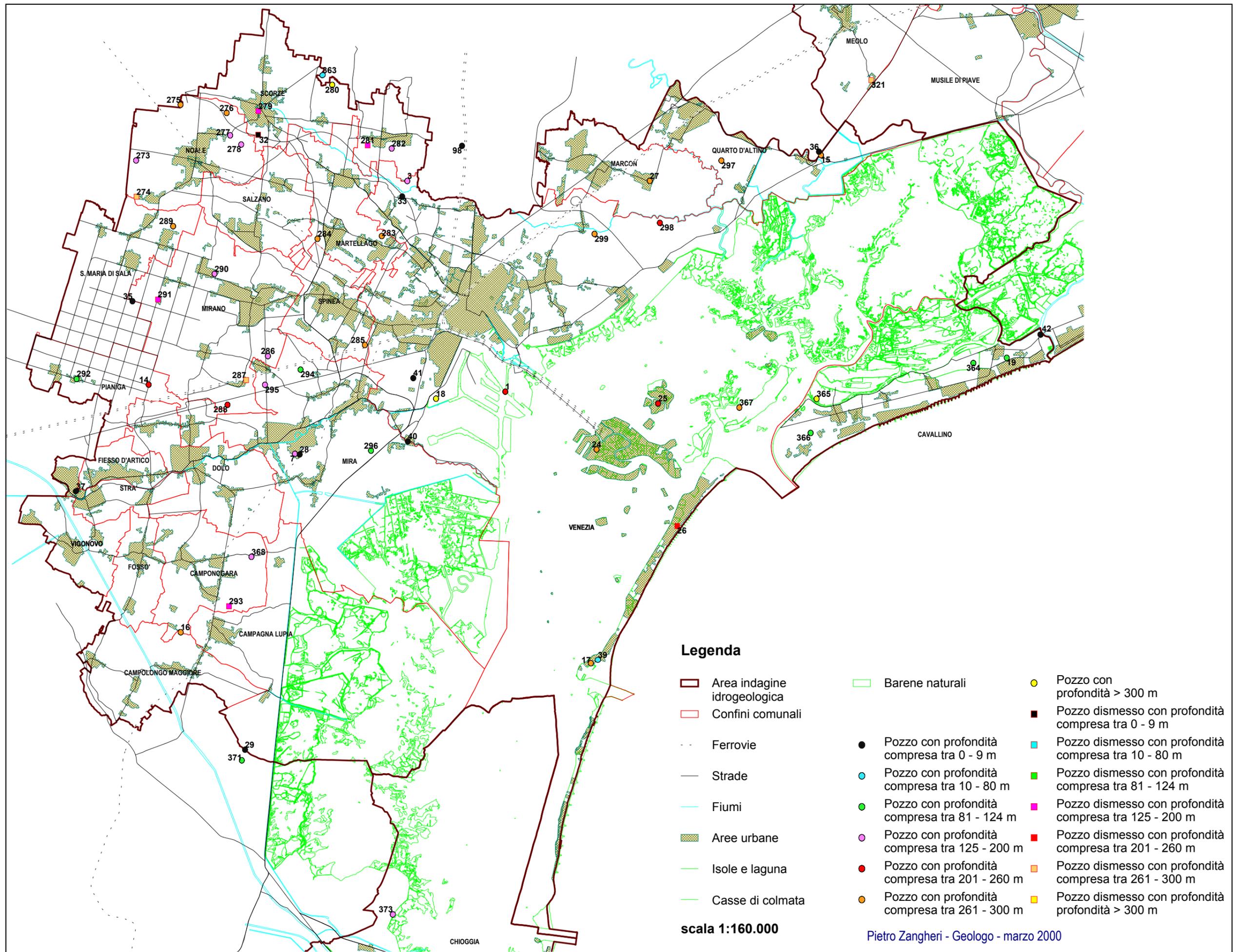


Figura 8 - Pozzi di monitoraggio dell'Area Centrale, suddivisi per classe di profondità.

6.5 Area Meridionale

La “*Indagine idrogeologica*”, per l’area meridionale della provincia non aveva ricostruito un modello idrogeologico di riferimento valido per l’intera area ma solo per alcuni settori. Questo è legato alla bassa densità di stratigrafie disponibili e di pozzi misurabili ed alla complessità del sistema idrogeologico.

I pozzi censiti dalla “*Indagine idrogeologica*” erano stati quindi suddivisi, sulla base della frequenza dei pozzi presenti alle diverse profondità e dei parametri misurati sperimentalmente, in tre classi.

La parametrizzazione delle tre classi di profondità è riportata in Tabella 8, dove vengono indicati i valori normali dei parametri misurati sperimentalmente in campagna¹³.

Tabella 8 - Valori riassuntivi dei parametri misurati, divisi per classe di profondità (Area Meridionale).

Classi	Pozzi N	Prof. (m)		Cond. elet. $\mu\text{S/cm}$	Fe (mg/l)	NH4 (mg/l)	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Prevalenza (m sul p.c.)	Q. spont. Max (l/s)
Prima	95	10-50	Media	1542	2.8	3.4	16.8		
			“Range”	---	0-5.0	0-8.0	15-20	Assente	0
Seconda	19	100-150	Media	---	0.3	5.6	17.3		
			“Range”	700-1200	0-0.5	3.0-8.0	15.3-19,8	Assente-2	1.25
Terza	25	170-300	Media	2106	0.5	6.1	17,1		
			“Range”	700-6000	0-1.0	4.5-8.0	15,7-20,2	Assente-2	2

Nell’intervallo di profondità 50-100 metri si ha una pressoché totale assenza di pozzi. Ciò può essere in relazione o all’assenza di sedimenti permeabili o alla presenza di acque ad eccessiva salinità (presenza del “cuneo salino”).

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

¹³ Va precisato che nella Tabella 8 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.

La rete preesistente considerava nell'area meridionale due soli punti: un pozzo in pressione: il n. 20, profondo 27 metri, ubicato a Boscochiario (Cavarzere) a breve distanza dal Fiume Adige, e un pozzo freatico (n. 46) in comune di Chioggia che risulta demolito nel 1985.

L'interesse per il monitoraggio delle acque sotterranee in quest'area è strettamente connesso con la necessità di un monitoraggio del fenomeno dell'ingressione del cuneo salino e dei problemi ad esso collegati (subsidenza).

La presenza del cuneo salino comporta importanti implicazioni di tipo ambientale ed economico, in particolare per le aree orticole di Chioggia. Dai dati disponibili, risulta che il cuneo salino coinvolge aree anche a molti chilometri dalla costa e diverse falde.

Per questo motivo la Provincia di Venezia in collaborazione con il CNR-ISDGM e molti altri enti sta attualmente svolgendo un'apposita indagine che prevede, tra l'altro, anche misure su pozzi e piezometri ed una rete di monitoraggio progettata *ad hoc*. Il lavoro prevede anche la costruzione di piezometri specificatamente dedicati al monitoraggio dell'ingressione del cuneo salino negli acquiferi.

I punti di monitoraggio di quest'area (compresi i punti di interesse per una rete a scala regionale) andranno quindi selezionati tra quelli della ben più fitta rete attualmente in progetto.

Al momento attuale si è quindi provveduto a selezionare unicamente tre nuovi pozzi (n. 370-373-374), di proprietà del Consorzio di Bonifica, facenti parte anche della rete di monitoraggio del CNR-ISDGM; questo anche allo scopo di avere un collegamento tra la rete provinciale e quella del CNR-ISDGM.

La situazione attuale della rete di monitoraggio per quest'area è riportata in Figura 9.

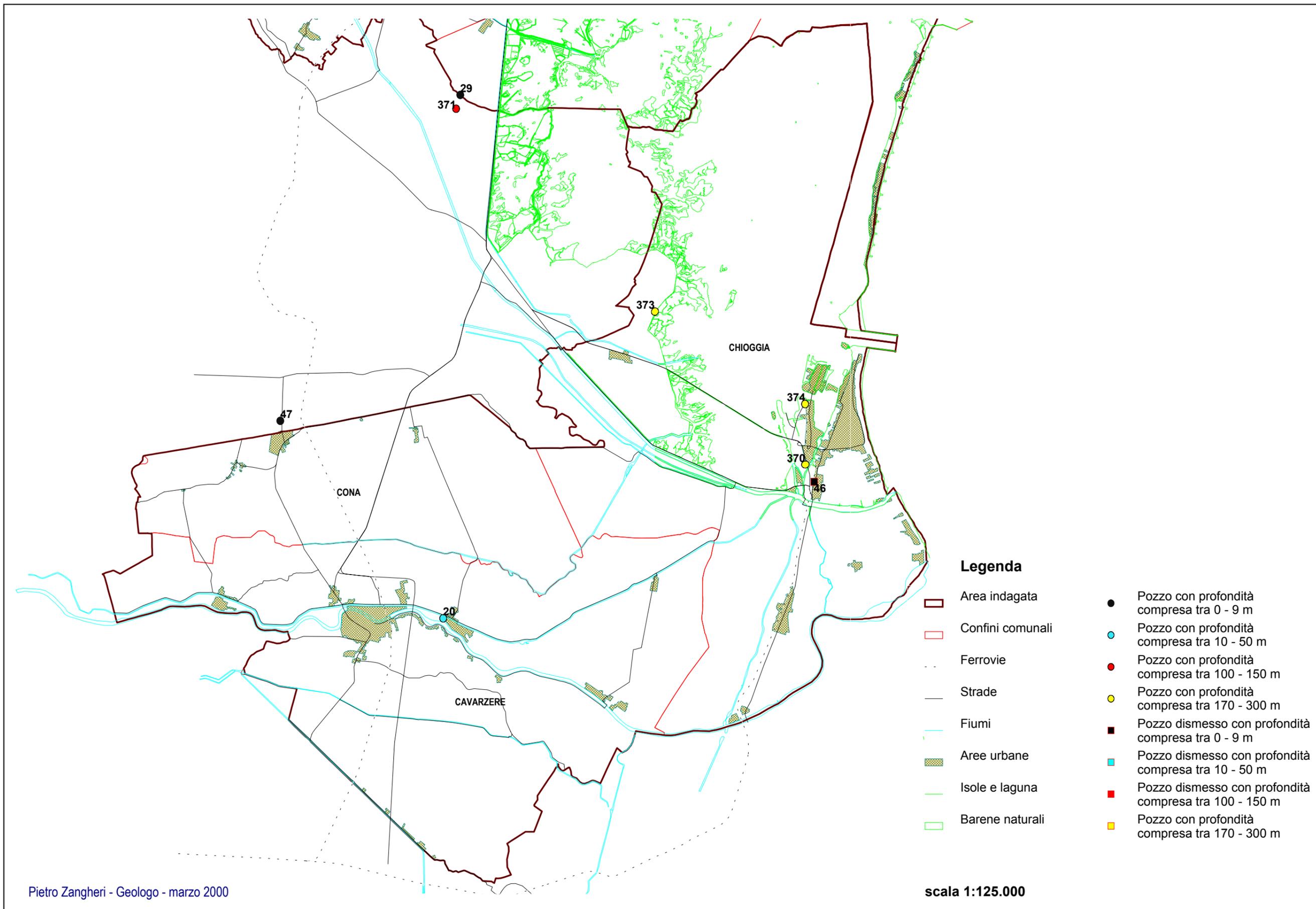


Figura 9 - Pozzi di monitoraggio dell'area meridionale, suddivisi per unità idrogeologica.

7. Archivi informatici georeferenziati

I dati del presente lavoro sono stati interamente informatizzati, mediante l'utilizzo di G.I.S., fogli elettronici e databases.

Nell'archiviazione informatizzata dei dati si è posta particolare attenzione a:

1. compatibilità con i software di cui dispone la provincia di Venezia;
2. compatibilità con i sistemi informatici scelti dalla Regione Veneto per il progetto rete di monitoraggio, come previsto dal protocollo di intesa Regione-Provincia;
3. compatibilità con i sistemi informatici scelti dall'A.R.P.A.V.

Più in dettaglio i dati delle schede sono stati appositamente informatizzati in modo da essere immediatamente leggibili nella scheda standard predisposta dalla Regione Veneto (ed in seguito acquisita dall'A.R.P.A.V.).

Relativamente alla georeferenziazione informatizzata dei dati si è utilizzato il software APIC-DOS per Windows. I dati sono archiviati con sistema geografico di riferimento Gauss-Boaga (fuso Est), come le altre banche dati esistenti riguardanti la provincia di Venezia.

Le tavole allegate alla presentate in questo CD sono state completamente elaborate con il software APIC-DOS.

8. Analisi e discussione preliminare dei dati raccolti

Sulla rete di monitoraggio delle acque sotterranee in provincia di Venezia sono state ad oggi condotte varie campagne di misura 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 (poi ARPAV) e numerosi altri Enti (Genio Civile, ASL di Dolo-Noale, Venezia, San Donà di Piave e Portogruaro, CNR-ISDGM di Venezia...).

Riguardo ai dati raccolti la serie di misure è ancora limitata e quindi è possibile fare solo alcune considerazioni generali, relativamente a trend temporali, in particolare per quanto riguarda gli aspetti quantitativi. Per quanto riguarda gli aspetti qualitativi, dato che il regime idrochimico delle falde confinate è molto poco accentuato, è possibile già dare una prima caratterizzazione che dovrà essere aggiornata nel tempo.

8.1 Dati qualitativi

I dati chimico fisici rilevati sono riportati in dettaglio nell'elaborato "*Tabulati riassuntivi analisi eseguite*".

In Tabella 9, rielaborata da Aurighi *et alii* (1999), si riportano invece i *dati medi* relativi alle prime tre campagne disponibili. 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 magra¹⁴.

¹⁴ Va precisato che non tutti i pozzi sono stati misurati su tutte e tre le campagne in quanto le prime tre campagne hanno coinciso con una fase di taratura della rete stessa; 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.

Utilizzando i dati della Tabella 9 si sono eseguite alcune elaborazioni con alcune metodologie normalmente utilizzate in studi idrogeologici.

In Figura 10 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 indagato¹⁵ (per la suddivisione si veda la Figura 13) .

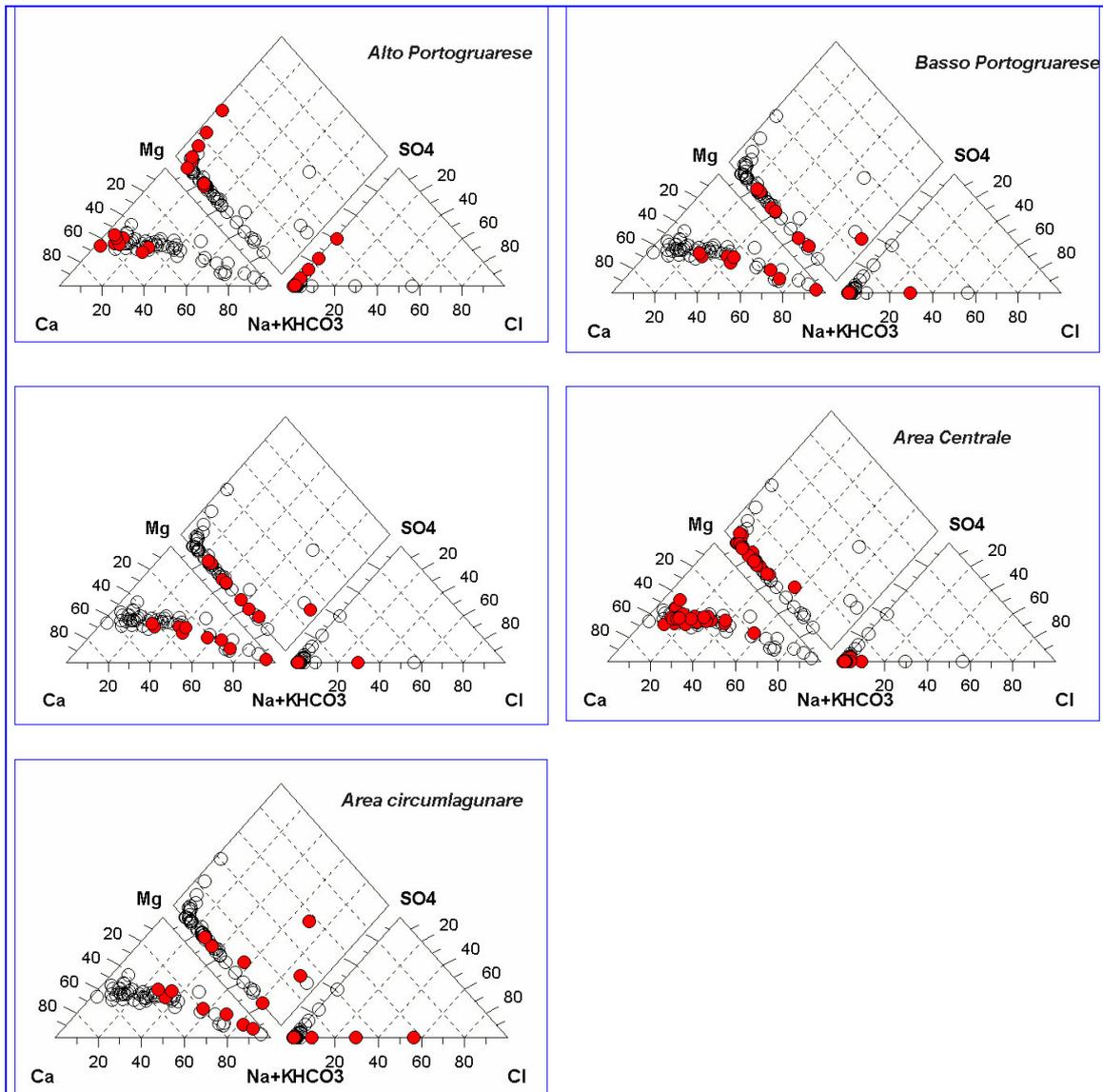


Figura 10 – Diagrammi di Piper

¹⁵ Non si sono eseguite elaborazioni per l'area meridionale, dato il numero esiguo di campioni disponibile.

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.

Va notato che, nel triangolo di destra i campioni ricadono sempre nell'angolo in basso a sinistra (ovvero HCO_3^- sempre nettamente prevalente rispetto agli ioni SO_4^- e Cl^-); fanno eccezione solo alcuni pozzi dell'alto portogruarese con valori relativamente alti di 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 11) (ovvero i punti tendono ad allinearsi su una semiretta con origine sul vertice $\text{Na}^+ + \text{K}^+$). Le varie acque si differenziano da Magnesiacalche, nell'area più a monte, a Sodiche, in quelle più a valle. Va notato che tale differenziazione è funzione anche della profondità

Osservando i 5 diagrammi che compongono la Figura 10 si evidenzia:

- 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;
- 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;
- le acque dell'area del Sandonatese si distinguono nettamente da quelle delle altre aree per caratteri chimici. Nel diagramma di Piper risultano classificabili come Bicarbonatico-sodiche;
- 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;
- 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 nella ricostruzione del modello idrogeologico di riferimento.

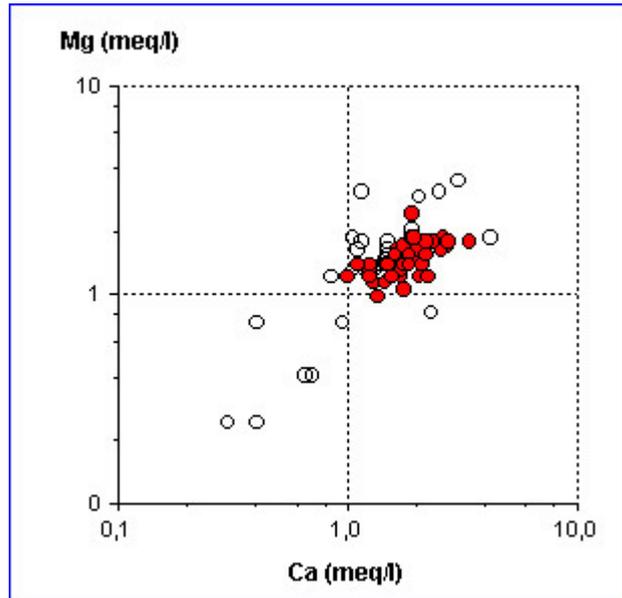


Figura 11 - Diagramma Calcio-Magnesio (in rosso i dati relativi ai pozzi dell'area centrale).

In Figura 12 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.

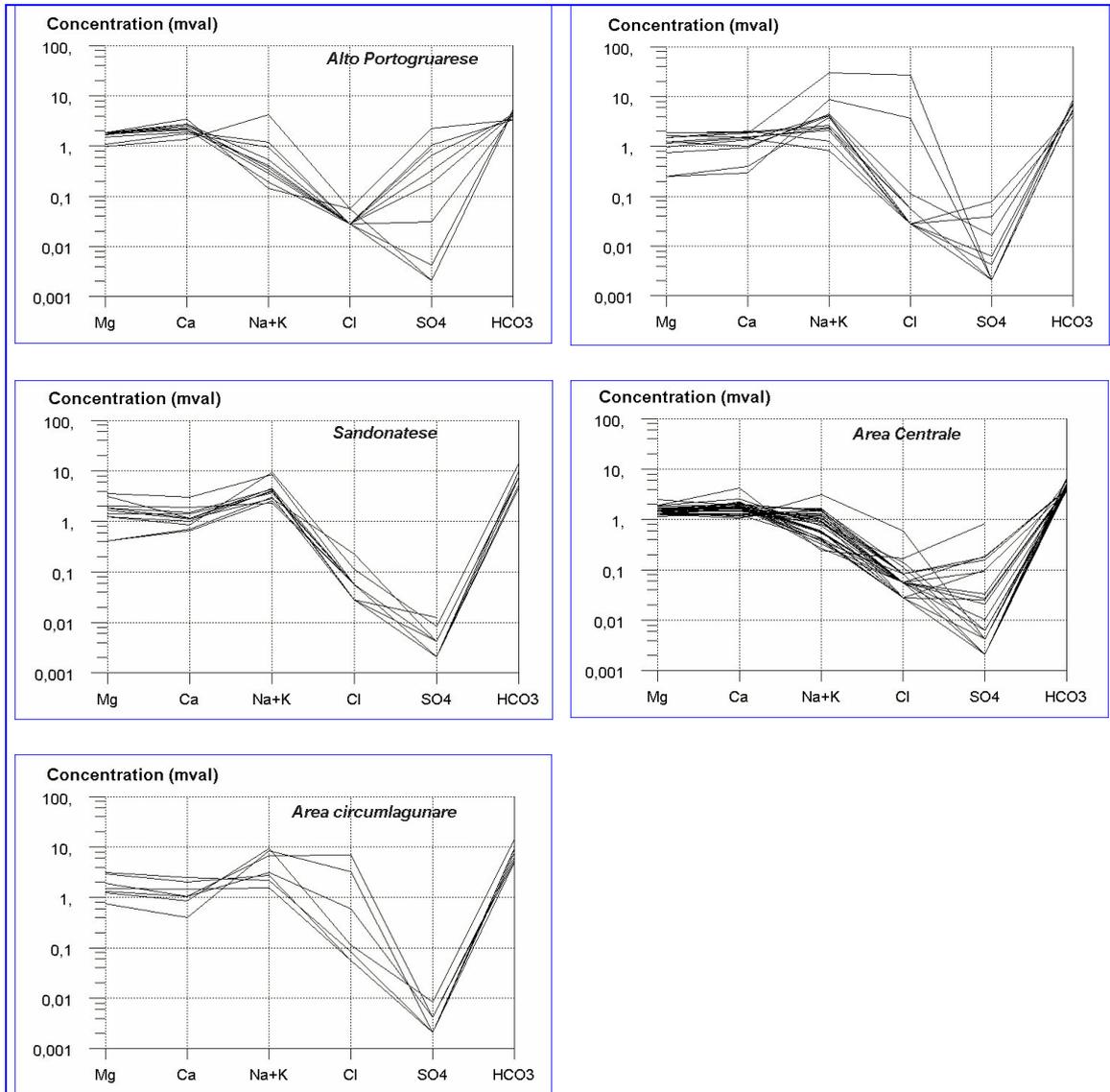


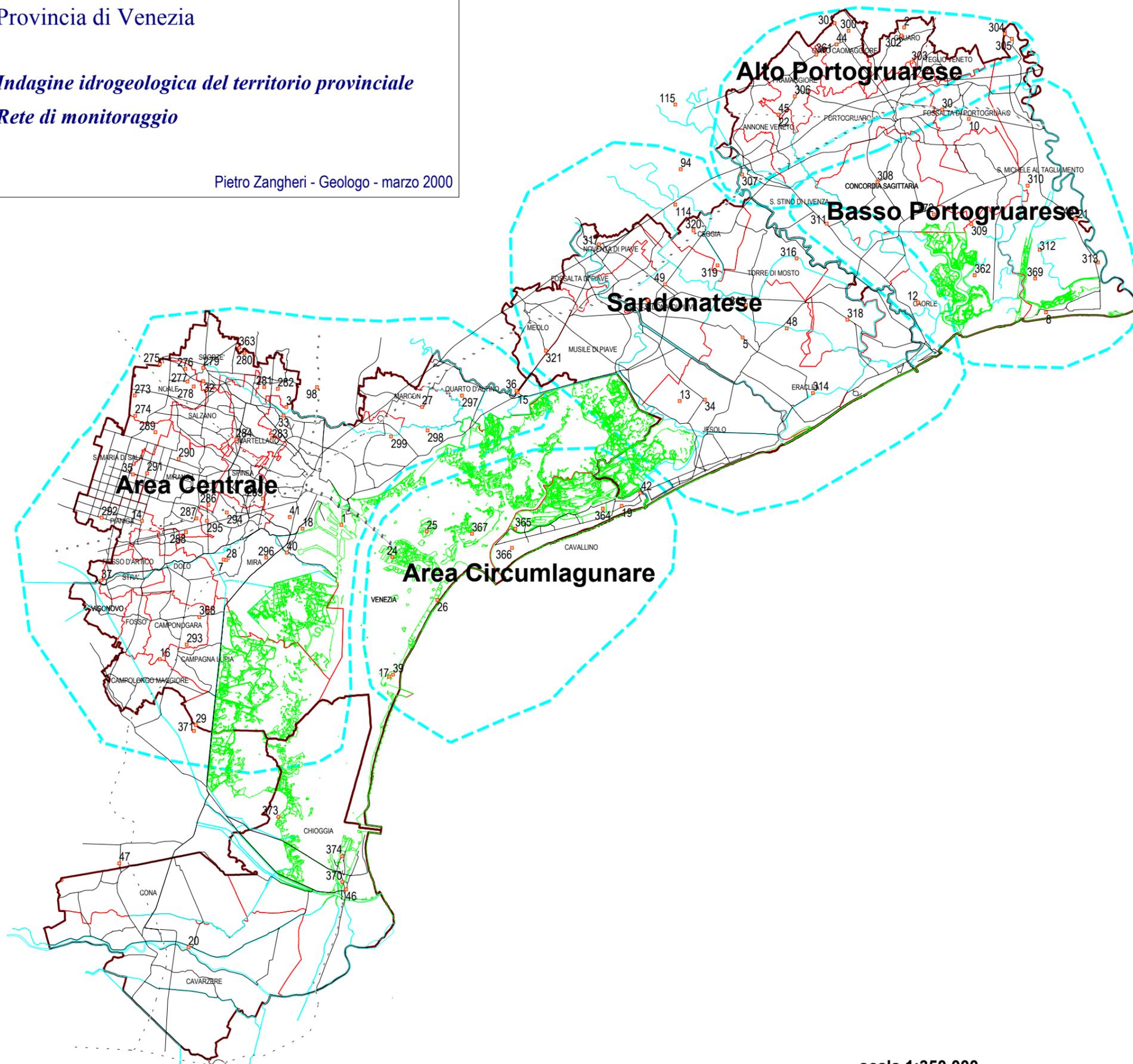
Figura 12 - Diagrammi di Schoeller

Provincia di Venezia

Indagine idrogeologica del territorio provinciale

Rete di monitoraggio

Pietro Zangheri - Geologo - marzo 2000



scala 1:350.000

Figura 13 - Suddivisione dei pozzi per la rappresentazione delle analisi chimiche tramite i digrammi di Piper e Schoeller

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 al limite di potabilità come avviene in altri acquiferi dell'area padana aventi caratteristiche analoghe. Ciò è particolarmente evidente nel Sandonatese¹⁶.
- ⇒ Contrariamente a quanto previsto, non sempre ad elevate concentrazioni di Ferro ed 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 ed in particolare maggiori conoscenze sulle caratteristiche mineralogiche dei sedimenti costituenti e gli acquiferi e gli acquicludi.
- ⇒ E' 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 ad 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 solventi¹⁷ o erbicidi su questi acquiferi che risultano situati lontani dalle aree di alimentazione e protetti da potenti livelli argillosi; lo stesso vale per il parametro nitrati (valori quasi sempre inferiori al limite strumentale). Nell'area più a monte si segnala però 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.

¹⁶ In quest'ultima area ciò potrebbe anche essere in relazione con la presenza di "acque fossili" (si vedano i dati relativi ai pozzi 314, 315, 316, 318, 319 e 320 in Tabella 9)

¹⁷ 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, 1994b).

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

8.2 Dati quantitativi

Relativamente al monitoraggio quantitativo la rete di monitoraggio si prefigge fondamentalmente lo scopo di iniziare una serie di misure piezometriche sistematiche che fino a pochi anni or sono risultavano assenti sul territorio provinciale. Ad 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 bassissima variabilità (in assenza di impatti antropici);
- ⇒ Il confronto tra le misure piezometriche eseguite e quelle preesistenti (ad es. 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 ad una progressiva ripressurizzazione degli acquiferi di quell'area.

9. Problemi aperti

La grande mole di dati raccolti nel corso degli anni 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 ad una migliore gestione della risorsa acqua sotterranea.

In particolare va notato che:

- sulla maggior parte dei pozzi esistenti in provincia di Venezia non si hanno dati geologico-stratigrafici, oppure si hanno dati qualitativamente inadeguati. E' 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”*.
- i parametri idrogeologici degli acquiferi sono noti su un numero limitatissimo di punti. E' necessario (anche per dare significatività alle misure idrochimiche) che almeno sui pozzi di monitoraggio vengano determinati sperimentalmente i parametri idrogeologici (permeabilità, porosità, parametri idrodispersivi, velocità efficace...);
- di molti punti di monitoraggio non si è ancora misurata con esattezza la quota 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 Veneto;
- la gestione della rete è stato fino ad oggi esclusivamente “manuale”. Anche allo scopo di adempiere a quanto previsto dal D.Lgs. 152/99, andrà previsto, su un numero limitato di punti, l'installazione di appositi strumenti per misure in continuo;
- il recente D.Lgs, 152/99 prevede che si giunga ad 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 ad 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;
- 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:
 - ⇒ *nell'area del 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 *ad hoc* 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.

10. Conclusioni

Il progetto “*rete di monitoraggio delle acque sotterranee*” ha permesso di acquisire una base di informazioni idrogeologiche e di iniziare sistematici monitoraggi, indispensabili ad 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 grazie alla collaborazione di più Enti, elemento indispensabile per l'efficacia delle azioni, dato l'attuale frazionamento delle competenze sulle risorse idriche.

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...) ed 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 proposte alla tutela delle acque sotterranee.

11. Bibliografia e cartografia

11.1 Bibliografia generale

11.1.1 Reti di monitoraggio a scala regionale - Metodologia ed esempi significativi

A.A. V.V. (1988) - *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee* - FRANCANI V. CIVITA M. Editori, Pubbl. n. 75 del CNR-GNDICI, Ed. Geo-graph, Milano.

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.

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.

BERETTA G.P., De Luca D., FALIERO P., FILIPPINI G., MASCIOTTO L. (1995) - *Progettazione e gestione sperimentale di una prima rete di monitoraggio nel settore sud-occidentale della pianura cuneese (Cuneo)*. Atti del 2° Convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee. Metodologie, tecnologie e obiettivi, 17-19 maggio 1995. Nonantola Modena. Pitagora Editrice, Bologna.

BERETTA G.P., DE LUCA D.A., FERRARI A., FILIPPINI G., MASCIOTTO L., MASSERONI P. (1996) - *Design and management of a first groundwater monitoring network in the multilayered aquifers of Novara plain (Italy)*. Proceedings 1st International Conference "The impact of industry on groundwater resources". Cernobbio (CO) 22-24 may 1996.

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.

CAGGIATI G., (1995) - *Rete di monitoraggio delle acque sotterranee del bacino del Po: proposte operative per la sua definizione*. Quarry & construction - Aprile '95.

COLUCCI V., LIMONI P.P., SERRAVEZZA C. (1998) - *La rete di controllo idrometrografico e qualitativo delle falde idriche della regione Puglia*. . Acque Sotterranee, n.60, pp.55-62, Milano.

COMUNITÀ ECONOMICA EUROPEA (1990): *Regolamento CEE N. 1210/90 del Consiglio del 7 maggio 1990 sull'istituzione dell'Agenzia europea dell'ambiente e della rete europea d'informazione e di osservazione in materia ambientale*, G.U. CEE N. L120 dell'11 maggio 1990.

COMUNITÀ ECONOMICA EUROPEA (1993): *Risoluzione del Consiglio e dei rappresentanti dei governi degli Stati membri, riuniti in sede di Consiglio del 1 febbraio 1993 riguardante un programma comunitario di politica ed azione a favore dell'ambiente e di uno sviluppo sostenibile*, G.U. CEE N. C138 del 17 maggio 1993.

COMUNITÀ ECONOMICA EUROPEA (1993): *Risoluzione del Consiglio e dei rappresentanti dei governi degli Stati membri, riuniti in sede di Consiglio del 1 febbraio 1993 riguardante un programma comunitario di politica ed azione a favore dell'ambiente e di uno sviluppo sostenibile*, Del. 93/C138, G.U. CEE del 17 maggio 1993.

CONSORZIO PARMENSE APPROVVIGIONAMENTO ACQUA POTABILE (1992): *Rete di controllo dei corpi idrici sotterranei Monografia*. A cura di Alifracco G., Parma.

DE LUCA D.A., FILIPPINI G., MASCIOTTO L., ZUPPI G.M. (1992) - *Proposta di una rete di monitoraggio a scala regionale delle acque sotterranee*. IGEA N. 1/1992. Torino.

LOAICIGA H.A. (1989): *An optimization approach for groundwater quality monitoring network design*, Water Resour. Res., vol. 25, n. 8.

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO (1989): *Carta 1:250.000 con ubicazione ed elenco punti di prelievo della rete di controllo delle acque sotterranee provinciali*.

PROVINCIA DI MILANO (1992): *Rete regionale di rilevamento dei corpi idrici sotterranei*. A cura dell'Assessorato Ambiente-Sistema Informativo Falda, Milano.

REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA-GIULIA (1986): *Caratteristiche chimico-fisiche e biologiche dei corpi idrici superficiali e profondi della regione*, Direzione regionale dell'ambiente, Piano generale per il risanamento delle acque.

REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA-GIULIA (1987): *Caratteristiche idrologiche delle acque sotterranee 1967-1986*. Direzione regionale dei lavori pubblici, Piano generale per il risanamento delle acque.

REGIONE EMILIA ROMAGNA (1987): *La rete di controllo dell'acquifero della pianura emiliano-romagnola: ottobre 1976-ottobre 1986*, a cura di IDROSER, Bologna.

REGIONE LIGURIA (1990): *Aggiornamento del Censimento quali-quantitativo dei corpi idrici della Regione Liguria. Carta Tematica dei punti di campionamento da falda. Scala 1:200.000*. A cura del Servizio Tutela dell'Ambiente.

UNESCO (1978): *Water quality surveys, Studies and reports in hydrology*, n. 23, Paris.

REGIONE VENETO - SEGRETERIA PER IL TERRITORIO - DIPARTIMENTO PER L'AMBIENTE (1987) - *Censimento dei corpi idrici*. Venezia.

ZAVATTI A. (1988): *Organizzazione delle analisi e dei controlli sulle acque sotterranee*, in: Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee, FRANCANI V. CIVITA M. Editori, Pubbl. n. 75 del CNR-GNDCI, 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.

11.1.2 Reti di monitoraggio a scala locale - Metodologia ed esempi significativi

COLOMBO F., BERETTA G.P. (1994) - *Ubicazione ottimale di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee per la sorveglianza di una discarica di R.S.U.* Geologica Romana, vol. XXX, pp. 421-428. "Atti II Conv. Naz. Giovani Ricerc. in Geol. Appl." Viterbo, 28-31 ottobre 1992.

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.

TOSETTI R., TREU A., VINCENZI M., ZANGHERI P. (1994) - *Efficacia delle reti di monitoraggio delle acque sotterranee delle discariche per rifiuti speciali e solidi urbani*. Amministrazione Provinciale di Vicenza - Dipartimento Ecologia ed Ambiente. Inedito.

11.2 Bibliografia d'area

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.

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 direzione del deflusso freatico*. In: *Carta nutrizionale e tematico-vocazionale della zona a D.O.C. di Lison-Pramaggiore*.

BONSIGNORE G., BRAVI C.E., GIOCO F., RAGNI U. (1972) - *Indagini freatimetriche ed idrometriche preliminari alla progettazione esecutiva del tronco di idrovia Verona-Vicenza-Padova*. Atti "3° Conv. Naz. di Studi sui problemi della Geologia Applicata".

CENTRO SPERIMENTALE PER L'IDROLOGIA E LA METEOROLOGIA (1993) - *Caratterizzazione agro-meteorologica del territorio veneto aree "5B"*. Teolo.

CNR - REGIONE DEL VENETO - USL N. 5 - USL N. 19 (1988): *Difesa degli acquiferi dell'Alta Pianura Veneta. Stato di Inquinamento delle acque sotterranee del Bacino del Brenta*, voll. I-V. Venezia.

CNR - REGIONE DEL VENETO - PROVINCIA DI VICENZA - USSL N. 5 - USL N. 19 (1993): *Difesa degli acquiferi dell'Alta Pianura Veneta. Stato di Inquinamento delle acque sotterranee del Bacino del Brenta (media e alta pianura veneta). Tendenze evolutive*, voll. I-II. Venezia.

DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G. (1994) - *Lo sfruttamento degli acquiferi artesiani di Venezia e suoi riflessi sulla situazione altimetrica del suolo*. C.N.R. I.S.D.G.M. 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)*. C.N.R.-I.S.D.G.M. - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche; A.R.P.A.V.-Venezia; Regione del Veneto - Segr. Reg. Ambiente, Dir. Reg. Tutela dell'Ambiente. 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 (AN).

I.R.S.E.V. - 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.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1979-72) - *Catasto dei pozzi artesiani*. A cura dell'Istituto di Idraulica dell'Università di Padova. 15 fascicoli.

REGIONE DEL VENETO - DIPARTIMENTO PER L'ECOLOGIA (1985a) - *Carta piezometrica in scala 1:250.000*. Venezia.

REGIONE DEL VENETO - DIPARTIMENTO PER L'ECOLOGIA (1985b) - *Carta delle isofreatiche in scala 1:250.000*. Venezia.

REGIONE VENETO - SEGRETERIA PER IL TERRITORIO - DIPARTIMENTO PER L'AMBIENTE (1987) - *Censimento dei corpi idrici*. Venezia.

ZANGHERI P. (1992) – *Processi di inquinamento chimico-industriale delle acque sotterranee nella media e alta pianura veneta*. Tesi di dottorato di ricerca in Geologia Applicata.

ZANGHERI P. (1994a) - *Sulla persistenza di alcuni episodi di inquinamento da solventi 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 ottobre 1992.

ZANGHERI P. (1994b) - *Indagine sull'inquinamento delle acque sotterranee nella Pianura Veneta*. *Ambiente, risorse e salute*, n. 2/94. Padova.